L'INGÉNIEUR

HIVER 1955 • 41ÈME ANNÉE • NO. 164

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE

ÉCOLE D'INGÉNIEURS — FONDÉE EN 1873

Le programme d'études prévoit la formation générale dans toutes les branches du génie et l'orientation dans les spécialités suivantes :

TRAVAUX PUBLICS et BÂTIMENTS

MÉCANIQUE et ÉLECTRICITÉ

MINES et GÉOLOGIE

GÉNIE CHIMIQUE et MÉTALLURGIE

Les élèves reçoivent à la fin du cours les diplômes d'ingénieur et de Bachelier ès Sciences Appliquées avec mention de l'option choisie.

Des études post-universitaires peuvent être entreprises à la fin du cours régulier et conduire aux grades universitaires de Maître et de Docteur és Sciences Appliquées.

CENTRE DE RECHERCHES ET LABORATOIRES D'ANALYSES

Prospectus et renseignements sur demande

1430, rue SAINT-DENIS, MONTRÉAL

L'INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

SOMMAIRE

SCIENCES

ARTS

ECONOMIE

CULTURE

LES DEUX POINTS PRÉCONTRAINTS "BYTOWN" À OTTAWA
H. P. Kaegi 11

LA FILTRATION SOUS VIDE DES SCHLAMMS DE CHARBON
Mlle G. Simon et A. Pinçon 15

RÉSISTANCE À LA FATIGUE DES POUTRES D'ACIER AUX TEMPÉRATURES NORMALES ET BASSES
J. Dubuc, T.-A. Monti et G. Welter 21

L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AU CANADA
H. Massue 29

REVUE DES LIVRES ET PÉRIODIQUES 37

VIE DE L'ÉCOLE 43

INDEX DE L'ANNÉE 1955 52-53

INDEX DES ANNONCEURS 54

ASSOCIATION DES DIPLÔMÉS DE POLYTECHNIQUE—MONTRÉAL

1430, RUE ST-DENIS—MONTRÉAL

HIVER 1955
41e année — No 164

MA. 4287 MA. 4288

LEBLANC & MONTPETIT

Ingénieurs Conseils

Spécialistes : PLANS et DEVIS

Electricité — Chauffage — Electrification rurale
Plomberie — Ventilation — Air climatisé
Egouts et Aqueducs Municipaux

515 est, rue Demontigny **Chambre 213** **Montréal, Qué.**

BÉGIN, CHARLAND & VALIQUETTE

INGÉNIEURS PROFESSIONNELS

ESTIMATIONS FONCIÈRES — ÉVALUATIONS MUNICIPALES

6902 Côte-des-Neiges
Montréal

TÉLÉPHONE:
RE. 8-5135

Produits et Services
DOMINION BRIDGE

DÉPARTEMENT DE LA STRUCTURE MÉTALLIQUE

Construit et monte petites ou grandes ossatures métalliques, et tous genres de ponts de chemin de fer et ponts-routes.

DÉPARTEMENT DE LA MÉCANIQUE

Fabrique et installe divers appareils de manutention, y compris grues mécaniques de tous genres; vannes de réglage hydrauliques et autres machineries spéciales.

DÉPARTEMENT DE LA CHAUDRONNERIE

Chaudronnerie médium, lourde ou légère employant des aciers au carbone, alliés, inoxydables ou avec revêtement inoxydable.

DÉPARTEMENT DES CHAUDIÈRES A VAPEUR

Plusieurs types sont fabriqués pour divers besoins variant des chaudières pour le chauffage d'édifices jusqu'aux chaudières aquatubes employées dans les usines thermiques, soit pour chauffage, pour procédés industriels ou pour la production d'électricité.

DÉPARTEMENT DE L'ENTREPÔT

Neuf entrepôts placés stratégiquement à travers le Canada constituent des sources d'approvisionnement commodes en acier de toute variété.

AUTRES PRODUITS ET SERVICES

En plus des facilités décrites ci-haut, la Compagnie fabrique des appareils pour les mines, la préparation du charbon, les abattoirs, les conserveries, les scieries, les puits de pétrole; des échafaudages en aluminium et en acier; des escaliers en acier et des grillages pour passerelles, etc.

DOMINION BRIDGE COMPANY
LIMITED

Usines à : **Montréal — Ottawa — Toronto — Winnipeg — Calgary — Vancouver**

Compagnies associées à : **Amherst — Québec — Sault Ste-Marie — Edmonton**

Où la nature fait pression...

selon les lois de la pression osmotique:

une solution de concentration supérieure se mélange à une solution de concentration plus faible lorsqu'elles sont séparées par une membrane semi-perméable.

C'est ce qui explique l'afflux de la sève dans les branches supérieures pendant la croissance de l'arbre. Cela définit également la pression naturelle qui est à la base de la méthode "Osmose" de conservation du bois.

Bien entendu, la pression osmotique est provoquée par la haute concentration des préservatifs "Osmose" lorsqu'on les applique sur le bois vert. La faible concentration de la sève ou de l'humidité qui se trouvent dans tous les types de bois favorise la pénétration des préservatifs qui s'introduisent jusqu'au coeur. La pression osmotique a été mesurée et on l'a vue atteindre 320 lbs. par pouce carré. Est-il moyen plus simple de conserver le bois? C'est la nature elle-même qui s'occupe de protéger le bois à coup sûr contre la pourriture lorsque des ouvriers, qui n'ont nul besoin d'être spécialisés, traitent le bois *à pied d'oeuvre* en le badigeonnant, en le trempant ou en le vaporisant d'"Osmose".

Très employé par les organismes fédéraux et provinciaux, par les grandes entreprises minières et par les compagnies de pâtes et papiers. Dix-huit années d'expérience, au cours desquelles une quantité de bois de tous genres évaluée à 750,000,000 P.M.P. a été traitée: évidence qu'"Osmose" fait durer le bois de 3 à 5 fois plus longtemps.

Employez les produits "Osmose" pour le bois vert . . . "Pentox" pour le bois sec.

Consultez nos services de renseignements gratuits.

OSMOSE

WOOD PRESERVING COMPANY OF CANADA LIMITED

SIÈGE SOCIAL ET USINE: 1080, AVENUE PRATT, MONTRÉAL 8, P.Q.

HALIFAX TORONTO WINNIPEG EDMONTON VANCOUVER

Tout ce qui brille n'est pas or . . .

et tout ce qui paraît net, n'est pas nécessairement d'une propreté hygiéniquement parfaite.

La PASTEURISATION d'un lavage garantit cette propreté totale, qui se perçoit peut-être à l'oeil, mais se contrôle seulement au microscope.

A la buanderie HOME FAMILY, chaque cycle complet de lavage requiert environ 800 gallons d'eau pure et douce comme l'eau de pluie. D'abord, le linge est trempé et agité dans un bain tiède de cette eau, alcalinisée par addition d'un metasilicate soluble, pour dégager toutes les particules de saleté. — Ensuite, on le passe dans trois bains successifs de mousse savonneuse très chaude, pour entraîner à l'égout ces particules maintenant enrobées de savon. C'est à ce stage que se fait la PASTEURISATION. — Enfin, le linge déjà net et pasteurisé, reçoit cinq rinçages à l'eau pure, à des températures que l'on abaisse graduellement. — Inutile d'ajouter que l'eau est changée complètement après chacune de ces neufs phases du procédé. — Voilà pourquoi nos techniciens experts se soumettent si volontiers à l'envoi périodique de "paquets de contrôle" au CONSEIL NATIONAL DES RECHERCHES, à Ottawa, pour vérification de la qualité de leur travail.

Qu'est-ce que la PASTEURISATION d'un lavage ?

Inspiré des travaux de Pasteur, ce procédé consiste à porter le bain de savonnage à une température suffisamment élevée, et à l'y maintenir pendant une période minimum bien déterminée.

A la buanderie HOME FAMILY, les formules de lavage sont si soigneusement établies et rigoureusement suivies, que chaque article lavé est d'une propreté microscopique, et hygiéniquement parfaite.

160°F.

BUANDERIE **Home Family** INC. LAUNDRY

LAVAGE PASTEURISÉ — 20 MINUTES — PASTEURIZED LAUNDRY

NETTOYEURS · TEINTURIERS — CLEANERS · DYERS

2701, rue Charlemagne — Montréal — Téléphone : CLairval 4005

CHARLES-E. TOURIGNY, ing. p., président et directeur général

ALFRED TOURIGNY, c.r., vice-président et aviseur légal

J.-EMILE GROULX, sec.-trésorier et aviseur technique

Un coin de notre nouvelle usine à Guelph, Ontario . . . la plus importante au Canada où sont construits les transformateurs nécessaires aux colossales entreprises électriques du Canada. Des milliers de calculs mathématiques sont impliqués dans la construction des transformateurs et d'une grande variété d'outillages électriques construits dans les quinze usines de Canadian General Electric.

"Voilà pourquoi tu devrais étudier les mathématiques, mon fils"

Un regard sur le Canada d'aujourd'hui aura tôt fait de convaincre tout jeune homme que les mathématiques sont appelées à jouer un rôle prépondérant dans l'avenir de notre pays. Partout autour de lui il verra l'oeuvre de l'ingénieur professionnel dont la formation basée sur les mathématiques contribue pour une large part à la formidable expansion de notre pays.

Le besoin d'ingénieurs grandit de pair avec le Canada. Il y a 15 ans à peine, de 660 travailleurs un seul était ingénieur diplômé, aujourd'hui on en compte un par 180 et le besoin s'accroît sans cesse. Où s'acomplissent de grandes choses ne trouve-t-on pas l'ingénieur . . . dont la clairvoyance et l'initiative en font l'homme-clef dans le progrès du Canada.

A elle seule notre Compagnie emploie près d'un millier d'ingénieurs . . . environ un par 15 employés. Ces hommes dessinent, développent, construisent, vendent et voient à l'entretien d'outillage électrique complexe qui génère l'énergie, la transmet et la met à l'oeuvre dans les foyers, les fermes, les industries.

Lorsque bon nombre de jeunes canadiens auront terminé leur éducation, l'usage de l'électricité aura encore doublé. Plus la production de l'énergie électrique sera abondante, plus l'on s'en servira dans les foyers . . . plus s'élèveront nos standards de vie . . . plus s'abaissera le coût de production d'une grande variété de produits.

Dans les années à venir, le développement soutenu du Canada offrira à des milliers de jeunes canadiens qui s'orienteront vers le génie, les luttes et les victoires que comporte la carrière d'ingénieur. Pour ceux-là il y aura la satisfaction d'être membre d'une profession prépondérante et habile . . . la satisfaction plus profonde encore de contribuer à la puissance et à la prospérité de notre nation.

Depuis au delà de 60 ans Canadian General Electric se consacre au dessin et à la construction techniques d'outillage électrique qui joue un rôle si vital dans la prospérité du pays le mieux électrifié au monde. Aujourd'hui nous continuons à étendre nos facilités non seulement pour subvenir à nos besoins actuels mais aussi pour répondre à ceux de demain.

Le Progrès est notre plus important produit

CANADIAN GENERAL ELECTRIC COMPANY
LIMITED

G. Lefrançois, Ing. P. M. Parizeau, Ing. P. R. Giard, T.D.

METRO INDUSTRIES LTD

Entrepreneurs - Plomberie - Chauffage

L. E. DANSEREAU, Prés.

4540 Garnier — Montréal — LAfontaine 4-1161

P. F. BEAUDRY, Prés. Ing. P. *M. GÉRIN, Vice-Prés. Ing. P.* *M. LAMARCHE, Sec.-Trés. Ing. P.*

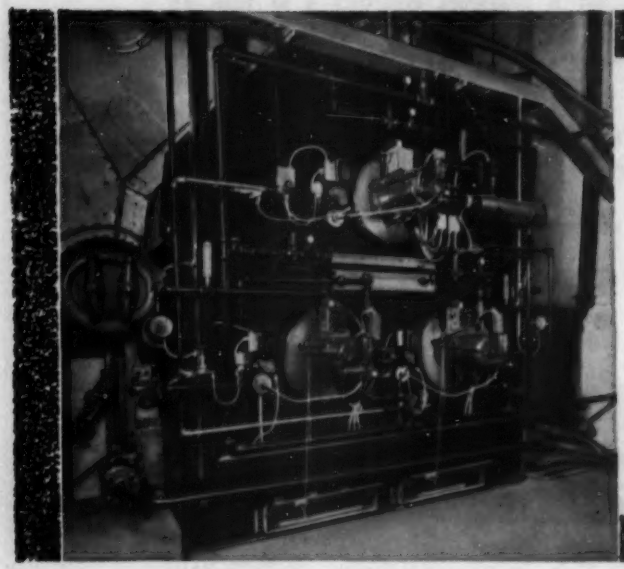
BGL

INGÉNIEURS ET CONSTRUCTEURS LIMITÉE — ENGINEERS AND BUILDERS LIMITED

7020, Chemin Côte-des-Neiges Road

RE. : 7-3689 **Montréal, P.Q.**

de la VAPEUR tant qu'il en faut, un CHAUFFAGE parfait



Série de trois brûleurs industriels PETRO, modèle WD-7AH, dans une chaudière à tube d'eau ayant une capacité de 600 chevaux-vapeur. Installation faite par les ingénieurs experts de Mongeau & Robert dans une grande buanderie de Montréal.

Les couvents, collèges et hôpitaux consomment quotidiennement des quantités considérables de vapeur. Le brûleur à l'huile PETRO fournit non seulement toute la vapeur nécessaire, mais pourvoit aussi au chauffage complet des édifices.

PETRO
pour institutions et industries

CHARBON HUILE À CHAUFFAGE

MONGEAU & ROBERT CIE LTÉE

1600 EST, RUE MARIE-ANNE • MONTRÉAL • LA 1-2131*

ÉLECTRICITÉ - EFFICACITÉ

A l'école comme à la maison, à l'usine comme au laboratoire, l'électricité a fait ses preuves. Qu'on oublie les miracles opérés chaque jour par l'électricité, c'est peut-être lui rendre hommage. Dans toutes les sphères de l'activité humaine, à la ville comme à la campagne, on est accoutumé de compter sur l'électricité, qui donne le confort sous toutes ses formes.

Les possibilités de l'électricité sont presque illimitées. Elle fait en même temps toutes sortes de choses, est à plusieurs endroits à la fois, et accomplit, pour épargner du travail et du temps, les grandes et les petites tâches de l'homme. Et l'électricité donne toujours son plein rendement — qu'elle soit au service de l'industriel, du cultivateur, de l'étudiant ou de la maîtresse de maison — pour quelques sous par jour.

PRODUITS CHIMIQUES · GENIE

The Shawinigan WATER AND POWER CO.

ENERGIE ÉLECTRIQUE

compagnies associées et filiales

THE KEY CONSTRUCTION LIMITED

ENTREPRENEURS GÉNÉRAUX

Travaux souterrains — Travaux maritimes et de canalisation

Installations hydroélectriques

Ponts — Routes — Travaux municipaux

Bâtiments industriels

Béton précontraint

Gérard-A. Lapointe, Ing. P., Président

1040, RUE BLEURY **MONTRÉAL** **TÉL.: UN. 1-2775**

L'INGÉNIEUR

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE

Publication de l'Association des Diplômés de Polytechnique

COMITÉ D'ADMINISTRATION

Président
Charles-E. Tourigny, B.A., Ing. P.
président de Home Family Laundry Inc.

Vice-président
Maurice Gérin, Ing. P.
président de l'Association des Diplômés de Polytechnique

Secrétaire
Ernest Lavigne, D.Sc., Ing. P.

Trésorier
Jacques-M. Décary, B.A., L.S.C.

Membres

Ignace Breuillet, D.Sc.A., Ing.P., président de la Corporation de l'Ecole Polytechnique

Henri Gaudefroy, D.Sc.A., Ing.P., directeur de l'Ecole Polytechnique

Monseigneur Olivier Maurault, P.S.S., P.A., C.M.G.

Paul Vincent, Ing.P., président de la section de Québec de l'A.D.P.

L'honorable François Leduc, L.S.P., D.Sc., Ing.P., président de la section Ottawa-Hull de l'A.D.P.

Laurent Thauvette, Ing.P., président de la section nord de Québec et d'Ontario de l'A.D.P.

Roger Lessard, Ing.P., secrétaire-trésorier de l'Association des Diplômés de Polytechnique

Arthur Surveyer, D.Eng., Ing.P., de Surveyer, Nenniger & Chénevert

Théo.-J. Lafrenière, D.Sc.A., Ing.P., ingénieur en chef au Ministère provincial de la santé; professeur à Polytechnique

Paul Dufresne, Ing.P., président de Dufresne Engineering Company Limited

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Président
Jean-C. Bernier, M.Sc., Ing. P.
directeur du Centre de recherches à Polytechnique

Secrétaire
Roger-P. Langlois, M.Sc., Ing. P.
professeur agrégé à Polytechnique

Membres :

Roger Brais, Ph.D., Ing.P., professeur titulaire à Polytechnique **Georges Welter, D.Sc.**, professeur titulaire à Polytechnique

COMITÉ DE COLLABORATION

Président
Huet Massue, D.Sc.A., Ing. P.
directeur du service de l'Economique et de la Statistique à The Shawinigan Water & Power Co.

Secrétaire général
René Martineau, Ing. P.

Secrétaires-correspondants

Roger Lessard — Section de Montréal
Yves Marchand — Section de Québec
Paul Lepage — Section Ottawa-Hull
Benoit W. Marcotte — Section Nord de Québec et Ontario

Membres

Camille-R. Godin, Ing.P., chef du Bureau des estimateurs à Montréal
Jacques Laurence, M.Sc., Ing.P., secrétaire à l'administration de Polytechnique
René-A. Robert, Ing.P., professeur à Polytechnique

Rédacteur en chef
Louis Trudel, Ing. P.

(Le prix de l'abonnement est de $5.00 par année, pour le Canada et les Etats-Unis et de $6.00 pour les autres pays)

1430 RUE SAINT-DENIS — MONTRÉAL — QUÉ.

Autorisée comme matière postale de deuxième classe, Ministère des Postes, Ottawa.

LES DEUX PONTS PRÉCONTRAINTS "BYTOWN" À OTTAWA

Hans-Peter Kaegi

Hans-Peter Kaegi est gradué en génie civil de l'Ecole Polytechnique de Zurich, Suisse, en 1948. Après un stage au bureau d'études Fougerolles, à Paris, il vient au Canada en mai 1952 où il fut à l'emploi de l'Aluminum Company of Canada jusqu'en octobre 1953. Depuis, il est à l'emploi de Key Construction Company.

Le 15 novembre 1954, la Reine-Mère inaugurait officiellement les ponts traversant les deux bras de la rivière Rideau, juste à l'amont de sa chute dans la rivière d'Ottawa.

Cette cérémonie marquait l'achèvement des plus grands ponts en béton précontraint existant actuellement au Canada.

Nous allons essayer d'indiquer les points importants des travaux qui furent exécutés de janvier à novembre 1954.

En automne 1953, la Ville d'Ottawa lançait une adjudication pour la construction de deux ponts sur la rivière Rideau en remplacement d'anciens ponts métalliques devenus insuffisants.

L'adjudication demandait une solution de pont en acier et une autre en béton précontraint. La "Key Construction Limited" de Montréal proposa le prix le plus bas de 11 (onze) soumissions présentées avec une variante utilisant une étude de "Precompressed Concrete Engineering Company Limited" de Montréal, étude basée sur l'application du système de précontrainte Magnel Blaton.

Caractéristiques générales des ponts.

Chaque pont comporte trois (3) travées dont les portées sont de 75'6" pour le pont Sud et de 89'3" pour le pont Nord, la largeur du tablier étant de 65'. Pour chaque pont, ces travées s'appuient sur deux piles en rivière et deux culées.

Chaque travée est constituée de 18 poutres en béton précontraint, sur appui simple; ces poutres sont solidarisées après mise en place par précontrainte transversale.

Les poutres ont une section en I et les semelles supérieures, plus larges que les semelles inférieures forment un tablier continu.

La hauteur de ces poutres est respectivement de 45" pour le pont Sud et de 48" pour le pont Nord, ce qui représente un rapport hauteur - portée de 1/20 pour le pont Sud et 1/22 pour le pont Nord.

L'ensemble de l'ouvrage comporte 108 poutres en béton précontraint préfabriquées.

Exécution des travaux.

Les problèmes les plus délicats de l'exécution furent la réalisation des piles en rivière durant l'hiver et la mise en place des poutres d'un poids variant de 28 à 35 tonnes.

Les travaux débutèrent en janvier 1954 et les quatre (4) piles en béton devaient être achevées avant la débâcle c'est-à-dire dans un délai extrêmement réduit.

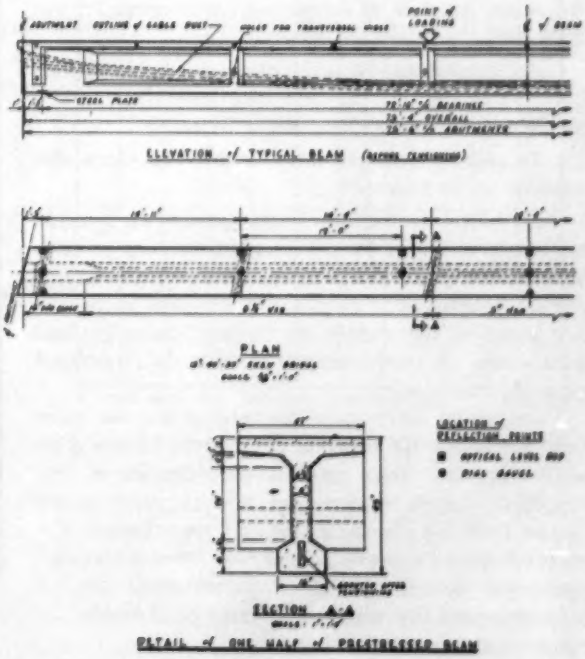


Fig. 2 — Chantier de fabrication des poutres

Les méthodes adoptées furent différentes pour les deux bras de la rivière car l'on dut se plier aux conditions du terrain et aux nécessités d'une petite usine hydro-électrique située sur le bras nord. Sur ce bras, l'absence totale d'alluvion sur le roc de fondation et l'impossibilité d'arrêter complètement le débit de la rivière conduisirent à construire des enceintes individuelles en bois pour chaque pile.

Sur le bras Sud, la présence d'alluvions, l'existence de la chute dans la rivière d'Ottawa et la possibilité d'arrêter totalement le débit de la rivière permirent le battage d'un unique rideau de palplanches métalliques en travers de la rivière, juste à l'amont du pont et l'assèchement total de l'extrémité aval de la rivière Rideau.

Au printemps, la fabrication des poutres précontraintes débuta sur une aire installée sur l'île située entre les deux bras de la rivière.

Le principe adopté pour la mise en place des poutres fut le suivant : —

La poutre était soulevée de son aire de coulage par deux chariots, fabriqués spécialement et pouvant porter chacun 20 tonnes; l'ensemble était tiré par un tracteur et la poutre était amenée au dessus des piles ou des culées en utilisant deux poutres déjà mises en place comme chemin de roulement pour les chariots.

La poutre était alors descendue sur les piles (sur lesquelles elle reposait par l'intermédiaire d'un rail) entre les deux poutres précédentes et l'on procédait (après enlèvement des chariots) à un ripage latéral à l'aide de vérins hydrauliques. On amenait ainsi l'une des première poutres à son emplacement définitif, les deux autres étant réglées à l'écartement des roues de chariot pour établir un nouveau chemin de roulement.

Toutes les poutres furent ainsi mises en place successivement.

La mise en place des deux premières poutres s'était faite grâce aux anciens ponts métalliques que l'on avait conservés. On commença par caler l'ancien pont (composé de deux travées seulement reposant sur une unique pile en maçonnerie) sur les nouvelles piles en béton pour lui permettre de porter chariots et poutre précontrainte; puis on amena, à l'aide des chariots, deux poutres sur le tablier de l'ancien pont; on démolit alors une partie du tablier pour caler les poutres sur les nouvelles piles. Les deux poutres précontraintes servirent de pont de service pour la démolition de l'ancien pont après quoi, l'on descendit les deux poutres en béton sur leurs appuis, constituant ainsi le premier chemin de roulement.

Hypothèse de calcul des ponts.

Les ponts furent calculés pour une charge de camion H20-S16 indiqué dans les spécifications S6-1952 de la "Canadian Standard Association".

Chaque poutre était calculée pour une charge égale à la moitié de la charge totale et avec un coefficient dynamique de 30% et en considérant une réduction due à la répartition transversale comme l'indiquent les spécifications CSA.

Pour obtenir la précontrainte nécessaire de 458,000 livres pour les poutres du pont Sud, il fallait

Fig. 3 — Mise en place des premières poutres utilisant l'ancien pont qui fut démoli par la suite

64 fils d'acier à haute résistance de 0.276" de diamètre, tendus à environ 130,000 livres par pouce carré; pour les poutres du pont Nord, une précontrainte de 560,000 livres exigeait 72 fils de 0.276" tendus à 130,000 livres par pouce carré.

Pour obtenir une continuité transversale du tablier, six raidisseurs transversaux de chacun deux câbles de 8 à 32 fils de 0.276", suivant la position, étaient prévus sur la longueur d'une travée.

Spécifications du béton et des aciers.

Le cahier des charges demandait une résistance à la compression du béton de 5,000 livres par pouce carré au bout de 28 jours; la moyenne obtenue a été de 6500 livres par pouce carré. L'utilisation de ciment à durcissement rapide permettait d'ailleurs d'obtenir au bout de trois jours une résistance minimum de 4,500 livres par pouce carré permettant la mise en tension des fils de précontrainte.

Pour les fils en acier à haute résistance les spécifications demandaient : —

limite d'élasticité minimum	160,000 l. par p. car.
rupture à la tension minimum	217,500 l. par p. car.
taux de travail maximum	130,000 l. par p. car.

Fig. 4 — Transport d'une poutre en place

Fig. 5 — Poutre mise à l'essai

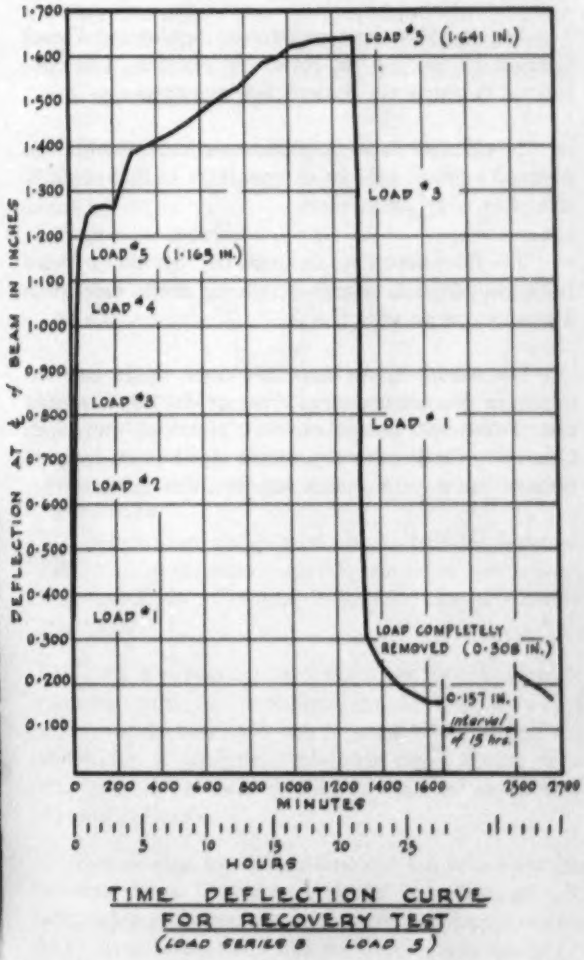


Fig. 6

Fig. 7 — Structure du pont nord achevée

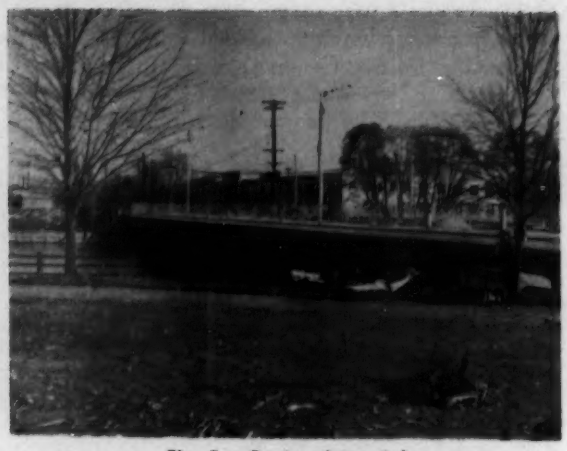


Fig. 8 — Pont sud terminé

Essais.

Les spécifications exigeaient également l'essai jusqu'à la rupture de l'une des poutres. Les conditions à respecter étaient les suivantes : —

1 — Pas de fissures apparentes sous une charge égale à la moitié de la charge H 20 — S 16 + 30% d'impact & le poids mort.

2 — Récupération minimum de 75% de la flèche produite par une charge égale au poids mort plus 2 fois la charge utile C S A.

Les essais furent exécutés avec l'aide des ingénieurs des laboratoires d'essais du Département des Travaux Publics et du "National Research Council". Ce dernier organisme a publié un rapport auquel nous empruntons les résultats suivants :

La première fissure apparut 20 heures après l'application de la charge égale au poids mort plus 2 fois la charge utile C S A.

La déflection maximum, obtenue immédiatement avant rupture était de 13.86 pouces.

La charge maximum supportée par la poutre était égale à la charge du poids mort plus 4.28 fois la charge utile C S A.

Pour démontrer les possibilités de récupération de flèche et de fermeture des fissures, on appliquait une charge égale au poids mort plus 3 fois la charge utile C S A; après enlèvement de cette charge les fissures se refermaient totalement au point que l'on éprouvait la plus grande difficulté à les localiser.

LA FILTRATION SOUS VIDE DES SCHLAMMS DE CHARBONS

par **Mlle G. Simon**, ingénieur-chimiste
et **A. Pinçon**, ingénieur en chef de la Société
MINES ET INDUSTRIES,
Paris, France.

DEPUIS quelques années, on voit se développer considérablement dans les installations de préparation mécanique des charbons, les ateliers de traitement des schlamms.

Les causes de ce développement sont essentiellement les suivantes :
— recherche du rendement maximum en produits marchands qui a conduit à un développement de la flottation des charbons fins;
— nécessité, même si on n'épure pas ces charbons, de les recueillir sous une forme manutentionnable en vue, par exemple, de les utiliser, après séchage, soit pour des centrales électriques, soit pour entrer dans la fabrication d'agglomérés.

L'expérience a montré que pour séparer des schlamms flottés ou bruts de l'eau qui les contient, la technique de la filtration sous vide est souvent la solution la plus intéressante. Les mousses de flottation sont toujours faciles à filtrer; les schlamms bruts présentent évidemment plus de difficultés; les schlamms schisteux qui constituent les résidus des ateliers de flottation de charbons peuvent également, dans certaines conditions, être filtrés sous vide d'une manière convenable.

Devant le développement de l'emploi de la technique de la filtration sous vide dans les Houillères, pour les différents produits ci-dessus, il nous a paru intéressant de faire part, dans le présent article, des quelques études que nous avons faites concernant l'influence de divers facteurs qui conditionnent la filtration sous vide. Ces études ont porté sur des schlamms bruts de charbon.

Nous rappellerons tout d'abord qu'industriellement les schlamms bruts sont filtrés :
— soit à l'état de schlamms déposés hydrauliquement, de granulométrie variable d'une exploitation à l'autre, mais toujours de l'ordre de 0 à 0,5 ou 0,7 mm;
— soit à l'état de schlamms déposés chimiquement par floculation et qui sont en général beaucoup plus fins et d'une granulométrie de 0 à 0,2 mm environ.

Suivant les caractéristiques des produits à filtrer les résultats obtenus sur des appareils industriels sont extrêmement variables; nous avons déjà indiqué plus haut que la difficulté de filtration va croissant lorsque l'on passe des mousses de flottation aux schlamms hydrauliques, puis aux schlamms chimiques, enfin aux schistes de flottation. La filtration d'un produit donné peut être caractérisée par la capacité de filtration en tonnes à l'heure (exprimée en produits secs) d'un appareil de filtration sous vide de dimensions et de caractéristiques données et par l'humidité résiduelle du gâteau obtenu sur le dit appareil.

Les paramètres essentiels qui influent sur la filtration d'un schlamm de charbons sont notamment les suivants :
— la granulométrie;
— la teneur en argile;
— la texture du produit qui peut conditionner l'humidité interne.

Au cours d'une filtration sous vide, trois opérations principales sont à distinguer :
— la formation du gâteau déterminant la capacité d'un appareil de dimensions données;
— l'essorage du gâteau conditionnant l'humidité résiduelle;
— la séparation du gâteau de la surface filtrante dont la réalisation correcte assure le rendement optimum du filtre par nettoyage de la surface filtrante.

Dans le présent article, nous ne traiterons pratiquement que du problème de la formation du gâteau et de son essorage et nous chercherons, en particulier, à analyser l'influence des facteurs conditionnant la capacité de filtration par m^2 de surface filtrante installée.

Des études très complètes ont été faites sur les théories de la filtration et de la formation du gâteau; elles se rattachent, en général, à l'application de la formule de Poiseuille à l'écoulement des liquides dans des tubes minces. Ces théories permettent d'analyser le phénomène et de distinguer divers paramètres mais elles ne permettent pas de traiter

d'une manière concrète des problèmes de filtration; pour cela, seule l'expérience de la technique de la filtration permet de préjuger des résultats que l'on pourra obtenir en fonction des variations des caractéristiques des produits à traiter.

Quand un problème de filtration est posé, il est généralement très difficile de déterminer à l'avance avec précision quelle sera la qualité des produits à traiter. En effet, s'il s'agit par exemple d'un lavoir entièrement neuf, on fera de premières études de laboratoire sur des échantillons en provenance du fond; on se basera sur une granulométrie donnée et on fera des hypothèses sur le futur régime de production de schlamms du lavoir. Quand l'installation sera mise en route, on pourra éventuellement constater que les schlamms réels sont assez différents de ceux qui avaient été prévus.

S'il s'agit d'une installation existante que l'on désire modifier en vue d'y adjoindre une filtration de schlamms, la qualité moyenne des schlamms en circulation pourra se trouver modifiée à la mise en route par suite des changements apportés dans le circuit général des eaux.

Donc, dans la plupart des cas on est amené à faire des hypothèses; c'est pourquoi, *il est utile de connaître l'allure des variations possibles des débits de filtration et de l'humidité des gâteaux en fonction des variations des divers paramètres qui conditionnent la filtration sous vide d'un schlamm d'origine donnée.*

Pour contribuer à l'étude de cette question, nous exposons ci-dessous quelques conclusions tirées de l'étude que nous avons eu l'occasion de faire sur un schlamm brut correspondant à une difficulté moyenne de filtration. Nous examinerons en particulier l'influence de *la floculation* de la pulpe à filtrer, de *la granulométrie* des produits solides, de *la concentration de la pulpe* et de *la durée du cycle de filtration* de l'appareil filtrant. Nous caractériserons la capacité de filtration par le débit en kilos par heure de produits secs contenus dans le gâteau fourni par une surface filtrante installée de 1 m²; (kg/h/m²).

Influence de la floculation.

Aucune théorie ne peut justifier jusqu'à présent le choix à priori d'un type de floculant donné pour un produit de qualité déterminée; pour chaque problème posé, il faut rechercher la solution correspondant à un résultat satisfaisant pour un prix de revient acceptable.

L'opération de floculation, en ce qui concerne la filtration, a pour objet de rassembler les produits fins contenus dans une suspension en vue de constituer une pulpe plus concentrée en libérant de l'eau clarifiée. Elle a l'avantage, d'autre part, de créer une sorte de pseudo-solution homogène dans la cuve du filtre, ce qui limite les inconvénients que présentent pour son fonctionnement les dépots solides de produits grenus au fond de la cuve.

On peut distinguer deux types de floculation avant filtration :

— la floculation a lieu dans un épaississeur dont la pointe alimente la filtration, l'eau débordant au-dessus du déversoir étant claire;
— la floculation a lieu sur une pulpe déjà concentrée dans un conditionneur recevant, en même temps que la pulpe, un agent coagulant.

La floculation du premier type ci-dessus est généralement effectuée à l'aide d'un floculant amylacé additionné ou non d'un électrolyte judicieusement choisi pour assurer une clarification aussi poussée que possible des eaux séparées de la pulpe.

La floculation du second type est souvent réalisée à l'aide de chaux distribuée soit sous forme de lait, soit sous forme pulvérulente.

Suivant les cas, on est amené à effectuer l'une ou l'autre des floculations ci-dessus, ou quelquefois les deux en même temps, pour obtenir le résultat optimum.

Pour montrer l'influence de la floculation sur la filtration d'un schlamm brut, nous citerons l'exemple d'un schlamm ayant 30% de particules < 0,1 mm et qui devait être filtré sous la forme d'une pulpe à une concentration voisine de 475 g de matières sèches par litre de pulpe :

— dans des conditions bien définies (notamment durée du cycle de filtration) le produit ci-dessus non floculé, se filtre avec un rendement en poids de 168 kg à l'heure par m² de surface filtrante;
— après adjonction de 56 g à la tonne de matières sèches contenues dans la pulpe, de floculant amylacé (Amigel de la Sté Brueder) le rendement passe de 168 kg à 228 kg;
— dans les mêmes conditions, avec adjonction au total de 112 g à la tonne de ce même floculant, le rendement devient 264 kg;
— avec 168 g à la tonne du même floculant, le rendement devient 360 kg;
— si à la pulpe, préfloculée avec 168 g à la tonne de floculant amylacé, on ajoute 1000 g à la tonne de chaux pulvérulente, le rendement de filtration monte à 1080 kg;

— en traitant la pulpe d'origine non floculée, avec 1000 g à la tonne de chaux pulvérulente (sans addition de floculant amylacé) on obtient un rendement en kg/h/m² de 420.

De tels résultats ont été maintes fois notés; le rendement maximum d'un filtre est généralement obtenu par un dosage judicieux de deux ou plusieurs types de floculants; deux sont souvent suffisants; l'augmentation de débit obtenue justifie généralement les dépenses d'exploitation dues à la consommation d'un ou de plusieurs floculants.

Le mode de préparation du floculant (surtout du floculant amylacé), la façon de le mettre en contact avec la pulpe, le dosage, le temps de contact, l'ordre dans lequel les divers produits sont introduits, influent considérablement sur les résultats obtenus. Tous ces éléments doivent être pratiquement étudiés pour chaque cas particulier : on a souvent noté des efficacités très différentes d'un même produit, préparé de la même façon, utilisé avec des schlamms ayant les mêmes provenances mais qui cependant n'étaient pas identiques.

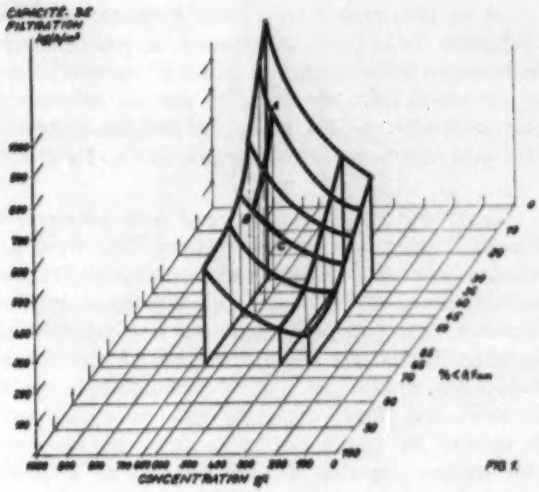
C'est pourquoi, seule une étude expérimentale très poussée permet, dans chaque cas particulier, de rechercher et de mettre au point la méthode de floculation appropriée.

Au cours des essais mentionnés plus loin, nous avons toujours opéré la floculation (préalablement à la filtration) de la même manière, par brassage, dans des conditions déterminées, de la pulpe à filtrer avec une quantité de chaux proportionnelle à la quantité de schlamms secs contenus dans cette pulpe.

Influence de la granulométrie et de la concentration de la pulpe.

La composition granulométrique des produits solides en suspension dans l'eau caractérise mal la forme physique de ces produits. Cependant, pour un même type de schlamms d'une origine donnée, l'influence de la répartition granulométrique est très nette.

Les essais relatés ci-dessous ont été effectués sur des échantillons constitués par mélange de schlamms fins et de schlamms grenus de même origine, dans des proportions variables. Les produits fins contenaient 54% de < 50 μ et 65% de < 100 μ. Les schlamms grenus contenaient 22% < 100 μ. La dimension maximum des produits les plus grenus était de l'ordre de 750 μ. A l'aide de ces deux produits, nous avons constitué des pulpes



dans lesquelles les produits solides présentaient une proportion de 30 - 45 - 50 - 65% de < 100μ.

Pour les diverses pulpes ainsi obtenues, nous avons fait varier la concentration dans les limites correspondant aux conditions habituelles d'exploitation industrielle. Les valeurs numérioues des débits unitaires (kg/h/m²) en fonction de la concentration et du pourcentage de < 0,1 mm, ont permis de tracer le graphique figure 1. Le plan horizontal comporte en abcisses les concentrations et en ordonnées le pourcentage de < 0,1 mm; nous avons porté en cotes les valeurs des capacités de filtration kg/h/m².

On voit sur ce graphique que pour l'une quelconque des granulométries étudiées, la capacité de filtration augmente fortement quand la concentration augmente; dans bien des cas, cette capacité est triplée lorsque la concentration double.

En joignant les points de ces diverses courbes correspondant à une même concentration, on note la variation de capacité en fonction de la finesse du produit : la capacité augmente quand la proportion de < 0,1 diminue. On note de plus que pour ce type de produit les courbes de capacité en fonction de la finesse montent très rapidement lorsqu'on atteint une proportion de < 0,1 de l'ordre de 35%; autrement dit, lorsque la proportion de fins diminue au-dessous de 35%, la capacité de filtration augmente dans de très fortes proportions.

On voit donc qu'une erreur apparemment peu importante sur l'évaluation de la proportion de produits fins peut conduire à un dimensionnement aberrant de la surface filtrante à installer pour un produit donné.

A ce phénomène peut venir s'ajouter celui de l'influence de la granulométrie sur la concentration de la pulpe à l'alimentation du filtre : en effet, dans le cas où le filtre est alimenté par un décanteur, plus le produit est fin, plus il est difficile d'obtenir une forte concentration à la pointe de l'épaississeur.

Supposons, par exemple, que nous prévoyions d'avoir à filtrer une pulpe contenant 35% de < 0,1 mm qui, à la sortie de l'épaississeur présenterait une concentration de 600 g/l. Le graphique montre (point A) que l'on peut tabler sur une capacité de filtration de 600 kg environ par m² et par heure. Supposons maintenant que la granulométrie réelle du produit à traiter comporte 45% de < 0,1 mm. A égalité de concentration le filtre ne donnera plus qu'une capacité de 350 kg par m² environ (point B). Mais avec une telle proportion de < 0,1, l'épaisseur ne donnera plus 600, mais 500 g/l de concentration; de ce fait, la capacité de filtration sera ramenée à 200 kg par m² environ (point C). Ainsi une augmentation de 35 à 45% de la proportion de < 0,1 mm pour un produit tel que celui que nous avons étudié, peut réduire des deux tiers la capacité de filtration prévue.

L'exemple ci-dessus démontre, croyons-nous, que des graphiques du genre de celui de la figure 1 présentent un certain intérêt pour l'exploitant. Ces graphiques peuvent être établis après des essais semi-industriels au laboratoire; l'examen des courbes obtenues permet de déterminer non seulement les dimensions du filtre du type que l'on désire adopter mais encore de choisir le meilleur système de traitement à appliquer au produit à filtrer.

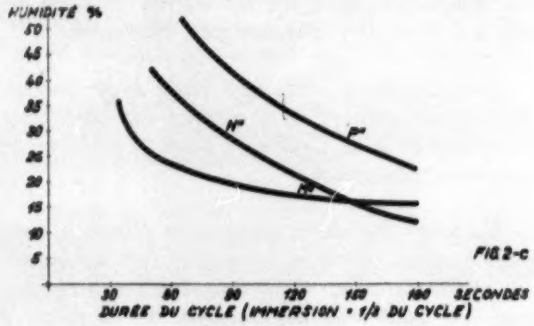
Pour un produit donné, d'une granulométrie déterminée, on peut rechercher l'installation la plus économique en tenant compte de l'influence de la variable "concentration"; dans bien des cas, on concluera qu'il est intéressant, au point de vue des investissements, pour l'ensemble de l'installation, de prévoir des épaississeurs largement dimensionnés permettant de concentrer au maximum la pulpe à filtrer. Dans certains cas, on pourra être conduit à rechercher l'épaississement maximum de la pulpe à filtrer en prévoyant par exemple un épaississement par exemple sous vide ou sous pression.

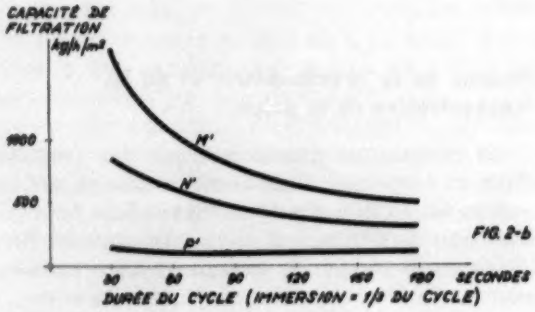
Bien que cet article ne traite que de la filtration des schlamms bruts, il nous paraît intéressant de dire quelques mots de la filtration des schlamms schisteux constituant les résidus des ateliers de flottaison des charbons. Lorsque l'on ne peut rejeter les eaux schisteuses à l'extérieur, soit pour des raisons d'assainissement, soit parce qu'on ne dispose pas de la place nécessaire, il faut bien se résigner à les traiter par filtration, bien que ce procédé soit coûteux et appliqué à un produit sans aucune valeur dans ce cas, le but est simplement d'obtenir un produit manutentionnable pouvant être par exemple rejeté au terril avec les schistes fins et grenus.

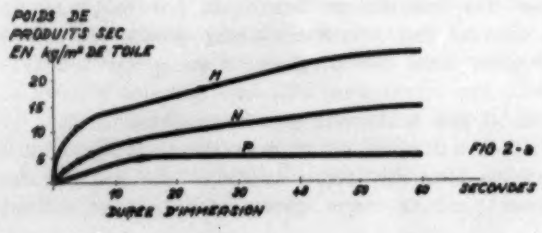
Quand on filtre des schistes totaux de flottation, après floculation, on est généralement gêné par suite du dépôt de produits lourds et grenus au fond des cuves des filtres.

Si, au contraire, on sépare les schistes grenus, par exemple au-dessus de 0,2 mm (en employant par exemple des classificateurs à râteaux), la filtration des schistes fins, bien floculés, ne présente pas de difficultés particulières. Comme il s'agit de produits difficiles à filtrer, on a évidemment des rendements qui sont faibles, par exemple de l'ordre de 100 kg/m²/h.

Ce faible rendement est dû, en particulier, au fait que le filtre est alimenté en produits contenant beaucoup de particules fines et à une concentration







qui, de ce fait, est également relativement faible. Pour de tels problèmes, on doit examiner soigneusement tous les éléments afin de rechercher la solution la plus économique, tant en ce qui concerne les frais de premier établissement que les frais d'exploitation.

Influence de la durée du cycle de rotation.

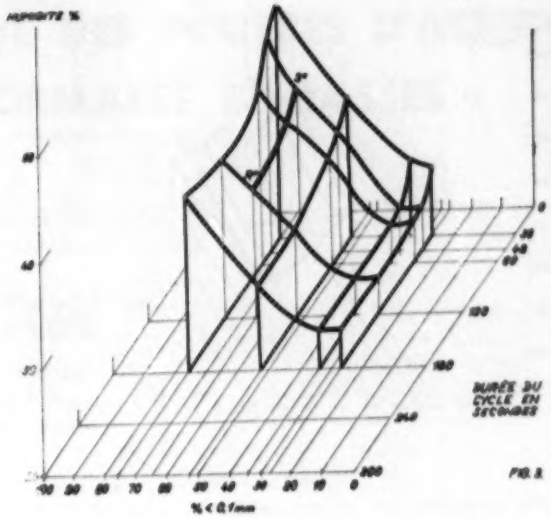
Lorsqu'une surface filtrante est introduite dans la pulpe et mise sous une dépression donnée, le débit instantané de liquide à travers cette surface d'abord important, diminue ensuite plus ou moins vite suivant le degré de colmatage résultant de la formation du gâteau. La rapidité du colmatage de la toile ressort de l'allure de la courbe 2-a où nous avons porté en ordonnées les kilos de produit sec déposés sur un mètre carré de toile en fonction de la durée de l'immersion portée en abcisses.

Au dessus de ce graphique, nous avons porté (figure 2-b) en ordonnées la capacité de filtration en kg/ heure et par m² de filtre installé en fonction de la durée du cycle. Pour ce graphique, nous avons admis une immersion égale à un tiers du cycle total. Les courbes ainsi tracées sont théoriques en ce sens qu'elles sont directement calculées à partir des données du graphique de la figure 2-a. En réalité, la capacité de filtration est soumise à l'influence d'autres facteurs agissant sur l'épaisseur finale du gâteau (agitation, proximité du remueur, tenue du gâteau au moment où celui-ci est extrait de la pulpe pour passer dans la zone d'essorage, etc...).

D'une façon générale, pour les vitesses habituellement utilisées, lorsque la durée du cycle diminue, la capacité du filtre augmente. En même temps, la durée de l'essorage diminuant, l'humidité du gâteau (au moment où il est séparé de la surface filtrante) va en augmentant. Sur la figure 2-c, nous avons représenté des courbes d'humidité en fonction du cycle de rotation.

Dans le cas où le produit permet la formation rapide d'un gâteau épais (courbe M) l'efficacité de l'augmentation de vitesse sur la capacité de filtration est particulièrement sensible (courbe M') et généralement l'humidité du gâteau est relativement peu affectée de cette augmentation de vitesse du fait de la porosité du dépôt (courbe M").

Quand le produit est tel qu'en peu de temps on arrive à la formation d'un gâteau colmatant entièrement la toile sous une faible épaisseur, il est évidemment inutile de prolonger le temps de l'immersion (courbes P et P'). Par contre, si l'on désire obtenir une faible humidité, il est nécessaire de prolonger le temps d'essorage car un gâteau colmatant est difficilement traversé par le courant d'air (courbe P").



Les courbes N, N' et N" correspondent à un cas intermédiaire où le gâteau obtenu a augmenté d'épaisseur au cours du temps sans aboutir trop rapidement à un colmatage; le cas se produit parfois lorsque l'on est amené à utiliser des toiles très fines ou lorsque l'on traite des produits très fins ne contenant qu'une faible proportion d'argile.

Le graphique de la figure 3 est tracé, pour le même schlamm que celui correspondant à la figure 1 avec les variables suivantes :

— dans le plan horizontal, en abcisses, les pourcentages croissants des particules < 0,1 mm);
— dans le plan horizontal, en ordonnées, la durée croissante du cycle exprimée en secondes;
— verticalement, l'humidité du gâteau.

Les résultats mentionnés sur ce graphique correspondent à la filtration d'une pulpe ayant toujours la même concentration.

On voit que pour un produit contenant 30 à 35% de particules < 0,1 mm, l'humidité est très peu affectée par la durée du cycle sauf si celui-ci devient inférieur à 60 à 50 secondes.

Au contraire, pour les produits contenant 75% de particules < 0,1 mm, l'humidité augmente très rapidement dès que le cycle a une durée inférieure à 120 secondes.

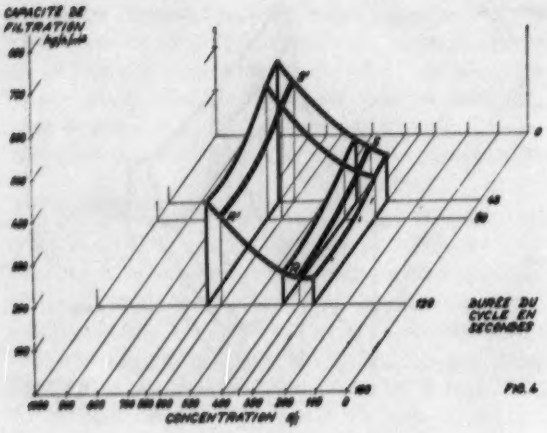


FIG. 4

La figure 4 montre les variations de la capacité de filtration en fonction de la concentration et de la durée du cycle pour un produit de granulométrie donnée. Elle exprime, en particulier, l'économie de surface filtrante, réalisable en agissant sur la concentration.

Si, par simple décantation, on épaissit par exemple ce produit à 350 g/l avec un cycle de 120 secondes, on aura une capacité de filtration de 70 kg par mètre carré (point R).

Si, par un procédé quelconque, on augmente cette concentration à 600 g/l, à égalité de durée du cycle, on obtient une capacité de l'ordre de 210 kg (point R'). La surface de filtration nécessaire pourra donc, sans inconvénient, être réduite des deux tiers lorsque la concentration de la pulpe sera passée de 350 à 600 g/l.

Pour cette même augmentation de concentration mais avec un cycle de filtration de 48 secondes, l'augmentation de la capacité de filtration n'est plus que de l'ordre de 2,2 (points S et S' correspondant à des capacités de 125 et 275 kg/h/m²), c'est-à-dire que la surface filtrante ne pourra être réduite que de moitié environ.

Le graphique de la figure 3 montre que pour un produit contenant 65% de produits plus petits que 0,1 mm, l'humidité obtenue avec un cycle de 120 secondes est de 32% et celle obtenue avec un cycle de 48 secondes est de 35% (points R" et S").

Supposons que l'on ait à traiter un débit (compté sur sec) de 10 tonnes à l'heure.

Si l'humidité limite est fixée à 32%, ce qui nécessite l'adoption d'un cycle de 120 secondes, par préconcentration on fera passer la capacité de filtration de 70 à 210 kg/h/m², c'est-à-dire la surface filtrante de 150 m² à 50 m², ce qui représente une économie considérable.

Si, par contre, l'humidité limite est fixée à 35%, ce qui permet d'adopter un cycle de 48 secondes, la capacité de filtration est portée de 125 à 275 kg par préconcentration et la surface filtrante nécessaire de 80 à 36 m². Dans ce cas, l'économie de surface filtrante peut donc ne pas justifier les frais d'investissement permettant de pré-concentrer de 350 à 600 g/l un volume de pulpe identique à celui du cas précédent.

Un examen critique de ces diverses courbes permet de définir avec plus de rigueur les conditions d'emploi à prévoir pour un appareil donné à utiliser pour la filtration d'une pulpe donnée, en vue d'obtenir les résultats désirés.

Autres facteurs.

Dans le présent article, nous nous sommes bornés à étudier quelques-uns des facteurs qui influencent la filtration sous vide dans des conditions bien déterminées. Bien d'autres facteurs conditionnent la filtration et notamment, ceux qui concernent les dispositions adoptées pour la construction du filtre et pour son emploi, à savoir :

— proportion entre le temps d'immersion et la durée du cycle;
— détails de construction du filtre en vue de rechercher l'humidité la plus basse possible;
— réalisation du circuit de vide;
— utilisation de dispositifs spéciaux pour rendre le gâteau plus homogène et obtenir, de ce fait, une humidité résiduelle plus faible;
— dispositions adoptées pour que la toile de filtration soit toujours bien propre lorsqu'elle est, à chaque rotation, introduite dans la pulpe à filtrer, etc. . . .

Conclusion

Le but de cette étude était simplement de montrer qu'il est possible, par une étude préalable d'un schlamm à filtrer, de choisir judicieusement le mode de traitement d'une pulpe donnée, le type d'appareil à utiliser ainsi que les conditions optimum de son emploi.

Il va de soi qu'il faut être très prudent lorsqu'il s'agit d'interpréter les résultats obtenus dans de telles études; seule l'expérience industrielle permet, en effet, de tirer des conclusions en toute sécurité.

Les essais mentionnés dans la présente étude ont été en majeure partie exécutés dans les installations du Groupe de Petite-Rosselle des Houillères du Bassin de Lorraine.

Nous remercions vivement Messieurs Cochet et Maurière et les personnes de leurs services pour la collaboration qu'ils nous ont apportée, non seulement en ce qui concerne l'exécution des essais mais aussi la conception même de l'étude, établie sur des bases exclusivement concrètes, conception dont ils sont les auteurs.

RÉSISTANCE À LA FATIGUE DES POUTRES D'ACIER AUX TEMPÉRATURES NORMALES ET BASSES (1)

par

J. DUBUC, Ing. P., Jr. E.I.C.,
Professeur agrégé à l'Ecole Polytechnique, Montréal

Dr T. A. MONTI, Ing. P., M.E.I.C.,
Ingénieur Conseil

Dr GEORGES WELTER,
Professeur de Mécanique appliquée à l'Ecole Polytechnique, Montréal

Les ingénieurs sont devenus attentifs au fait que les aciers doux, qui sont normalement des métaux ductiles, donnent lieu à certaines inquiétudes quant à la possibilité de rupture fragile aux basses températures, surtout lorsqu'ils sont employés dans une structure soudée. Ces dernières années, l'emploi accru de joints soudés dans des pièces de structure soumises à de fortes tensions comme dans le cas de bateaux, de ponts, de réservoirs sous pression, a été accompagné d'un certain nombre de ruptures fragiles, soudaines et inexpliquées.

Cependant, ce comportement ne semble pas être une caractéristique spéciale aux structures soudées, car ces mêmes ruptures fragiles se retrouvent dans un certain nombre de structures rivetées, tel que rapporté dans l'article du Professeur M. E. Shank, "Critical Survey of Brittle Failure in Carbon Plate Steel Structures other than Ships". (Welding Research Council Bulletin Number 17, January, 1954).

Des ruptures relativement récentes, surtout dans des navires soudés, type "Liberty", et dans des pétroliers de la seconde Guerre Mondiale, ont stimulé plusieurs programmes de recherches. Mais, malgré un très grand nombre d'études, ce problème n'est encore compris qu'en partie.

En 1949, plusieurs travaux d'approches ayant été faits au problème de la rupture fragile sans donner de résultats concluants, on crut que l'étude de la fatigue des aciers doux à la basse température comparée à la fatigue à +70° Fahrenheit, apporterait des renseignements utiles.

Dans ce but, il était nécessaire d'avoir une machine capable d'appliquer cycliquement les charges élevées nécessaires pour exécuter les essais de fatigue sur des poutres de dimensions normales. De plus, cette machine devait être équipée d'un appareil réfrigérant pour pouvoir exécuter les essais à des températures sous zéro.

Au début de 1950, une demande fut faite au Conseil National des Recherches à Ottawa par l'Ecole Polytechnique de Montréal pour un octroi couvrant le coût de construction d'une telle machine. L'octroi obtenu, le dessin et la construction de cette machine furent entrepris.

La fabrication et l'assemblage de la machine furent exécutés dans les ateliers de l'Ecole Polytechnique sous la direction des auteurs. Puis en 1951, le Canadian Institute of Steel Construction accepta de subventionner un programme recommandé d'essais de fatigue sur des poutres d'acier de diverses compositions. Ces essais, commencés en 1952 et terminés au printemps de 1954 constituent la matière de cet article.

PROGRAMME DES ESSAIS

Le programme des essais de fatigue fut établi conjointement par le personnel du Laboratoire des Essais des Matériaux de l'Ecole Polytechnique et par un comité du Canadian Institute of Steel Construction.

La première étape du programme consistait dans la comparaison des comportements sous charges répétées, à +70°F et à −40°F, de poutres en I équivalentes, soit laminées, rivetées ou soudées. La deuxième étape consistait dans les mêmes comparaisons entre poutres soudées faites d'acier effervescent (rimmed steel) et des poutres soudées faites d'acier calmé (killed steel).

Les poutres laminées choisies pour convenir à la capacité de la machine d'essai étaient des poutres de 1 WF de 10 pouces et de 21 lbs par pied

Les poutres en I rivetées et soudées ont été construites avec la même hauteur et la même module de flexion que les poutres laminées. Toutes

(1) Texte français d'une causerie présentée lors de la 69e assemblée annuelle de l'Engineering Institute of Canada tenue à Toronto du 11 au 13 mai 1955, et publiée dans *The Engineering Journal*, Vol. 98, No. 5, mai 1955.

les poutres avaient 14 pieds de long et ont été essayées sur une portée de 13 pieds; voir Figure 1.

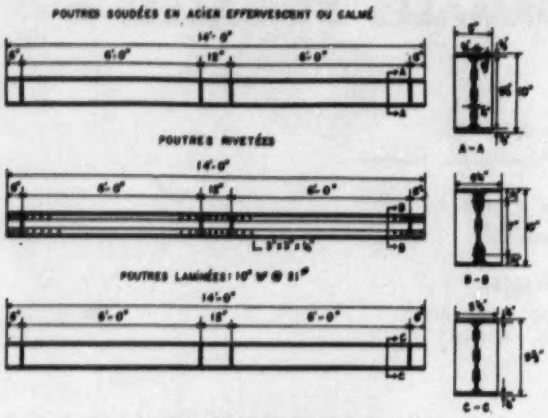


Fig. 1 : Poutres d'essai.

Les poutres étaient munies de raidisseurs près du centre et aux extrémités. Ces raidisseurs étaient soudés à l'âme seulement et étaient ajustés pour s'appuyer contre les semelles.

Un soin extrême a été apporté afin d'obtenir des poutres correspondant d'aussi près que possible aux dimensions théoriques. Toutes les soudures ont été faites par le même soudeur qualifié afin d'assurer la plus grande uniformité possible d'une poutre à l'autre.

Sur chaque poutre, un essai préliminaire à la flexion statique, précédant l'essai de fatigue, a été fait pour obtenir un diagramme des charges en fonction des déformations unitaires et ainsi vérifier le comportement exact de chaque poutre. Les déformations unitaires furent assurées sur le dessus des semelles au moyen d'extensomètres électriques du type SR-4. Cet essai statique fut arrêté dès que la limite proportionnelle fut atteinte, ce qui était possible puisque les déformations unitaires étaient mesurées à une précision de quelques millionièmes de pouce par pouce.

Un programme préliminaire d'essais de fatigue sous flexion renversée fut exécuté pour déterminer la valeur de l'effort dans les semelles qui amènerait la fracture après environ 200,000 cycles. Tous les essais de fatigue ont été dès lors exécutés sous cet effort et la comparaison du comportement à la fatigue, des différents types de poutres et d'aciers, a été faite d'après le nombre de cycles à la fracture.

De plus, il fut décidé de faire des essais d'impact de type Charpy (specimens du type "keyhole") à des températures variant de +70°F à −70°F, afin de déterminer les températures de transition des aciers effervescent (rimmed) et calmé (killed) et leur corrélation, s'il y en a, avec la résistance à la fatigue.

Machine d'essai

La machine d'essai (fig. 2) consiste en une base de 22 pieds de longueur fabriquée de six poutres en I de 10 pouces de hauteur soudées et boulonnées ensemble. Au-dessus de cette base on peut voir la poutre d'essai. Cette poutre est supportée à ses deux extrémités par l'intermédiaire de rouleaux appuyés contre les deux semelles, celle du bas et celle du haut, tandis que la charge est appliquée au milieu de la portée au moyen d'une déflexion produite par un excentrique, monté au centre de la base de la machine. L'excentricité peut être variée de façon continue de 0 jusqu'à un maximum d'un pouce.

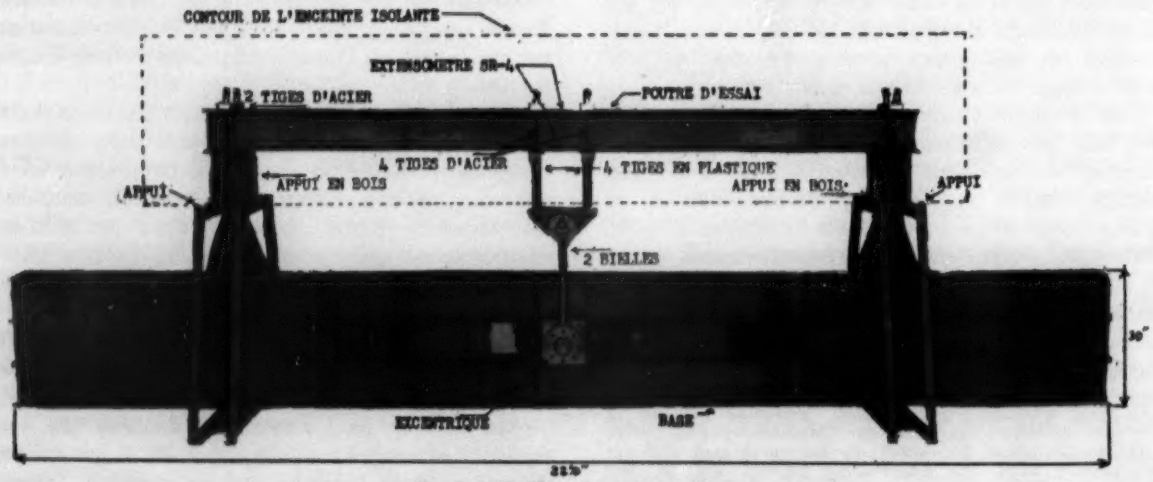


Fig. 2 : Machine d'essai en fatigue.

Une déflexion positive ou négative, ou les deux alternativement, peut être appliquée pour produire des efforts de tension et de compression, qui peuvent être renversés à volonté. La charge est appliquée à peu près 165 fois par minute par l'intermédiaire de deux bielles en acier et de quatre tiges en plastique; ces dernières furent utilisées parce qu'elles pénétraient à l'intérieur de la boîte réfrigérante et que le plastique diminue les pertes de chaleur durant les essais à basses températures. La machine est actionnée par un moteur électrique de 5 H.P.

La charge est appliquée à la poutre en deux sections situées à 6 pouces de chaque côté du milieu de la portée (12" d'écart) vis-à-vis des raidisseurs, de façon à ce qu'entre ces deux sections, le cisaillement dû à la flexion soit nul et le moment, ainsi que les efforts correspondants de tension et de compression, soient constants. Cet arrangement facilite les observations et les mesures de déformations qui sont toutes faites exactement au milieu de la portée.

Les deux extrémités de la poutre d'essai sont retenues à la machine par deux barreaux d'acier reliés à des rouleaux d'acier trempé et conçus de façon à permettre toute liberté de rotation. Ce système de supports aux extrémités est isolé thermiquement de la base de la machine par des blocs de bois.

Pour les essais à basses températures, une grande boîte réfrigérante, complètement isolée par une épaisseur de 6 pouces de liège, contient la poutre d'essai, les supports, ainsi que les tiges appliquant la charge. Les lignes pointillées de la figure 2 indiquent l'emplacement de cette boîte, par rapport à la machine d'essai. Dans la figure 3, cette boîte réfrigérante, en place sur la machine d'essai, est vue de dessus. Cette boîte est ouverte et on voit qu'elle contient une poutre (a) à essayer. De chaque côté de cette poutre, on voit les quatre panneaux réfrigérants, (b), (c), (d) et (f), à travers lesquels circule le liquide réfrigérant.

Les quatre tiges au centre de la figure sont les tiges de mise en charge en acier reliées aux quatre tiges de plastique qui se trouvent en dessous. Entre ces tiges, on voit un petit rectangle noir à l'intérieur d'un petit rectangle blanc; c'est un des deux extensomètres électriques SR-4 collés sur chacune des semelles de la poutre permettant de mesurer avec grande précision les déformations unitaires et, donc, les efforts produits dans la poutre.

Un des grands avantages de ce type d'extensomètres est que les mesures de déformations unitaires peuvent être faites aisément même si la boîte réfrigérante est fermée pour maintenir les basses températures, puisqu'il est seulement nécessaire de laisser passer à travers la boîte quelques

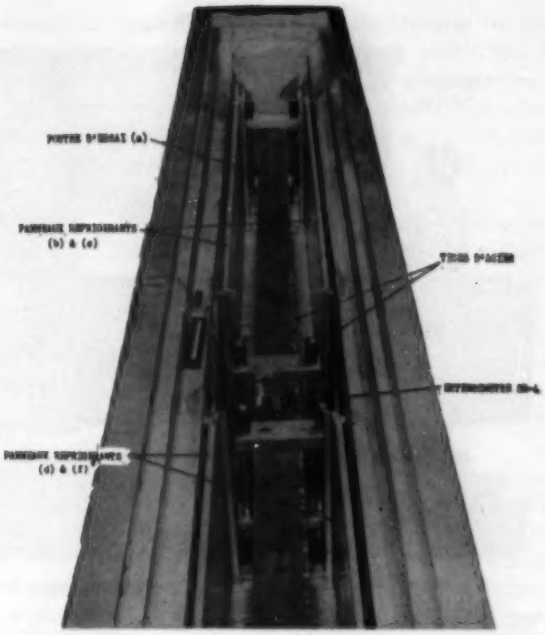


Fig. 3 : Boîte réfrigérante contenant une poutre d'essai.

fils électriques. De cette façon, les efforts produits dans les poutres, même à basse température, peuvent facilement être vérifiés à n'importe quel moment durant les essais de fatigue.

L'appareil de réfrigération peut abaisser la température dans cette boîte jusqu'à −47°F et peut, au moyen d'un thermostat, maintenir la poutre à n'importe quelle température intermédiaire. L'appareil est actionné par un moteur électrique de 1 H.P. seulement, cette grande efficacité étant possible grâce à un nouveau fluide réfrigérant, le Freon 22. La machine d'essai fut complétée en enveloppant sa base de matière isolante pour amortir le bruit des engrenages.

L'apparence de la machine finie est montrée dans la figure 4. La boîte réfrigérante se trouve en haut, la petite boîte au centre est le thermostat qui maintient la basse température et les quatre cadrans sont des thermomètres métalliques. Endessous de la boîte réfrigérante (du côté droit) on voit le démarreur et l'ampèremètre du moteur électrique tandis que juste au-dessus de ces instruments, se trouve le compte-tours qui enregistre le nombre de cycles d'application de la charge à la poutre.

Plus à droite encore et reposant sur la base de la machine, se trouve un nouveau type d'arrêt automatique électronique développé spécialement pour ce projet. Les machines d'essai en fatigue, de quelque type qu'elles soient, ont absolument besoin d'un système d'arrêt automatique, mais les systèmes classiques n'étaient pas utilisables dans ce cas-ci.

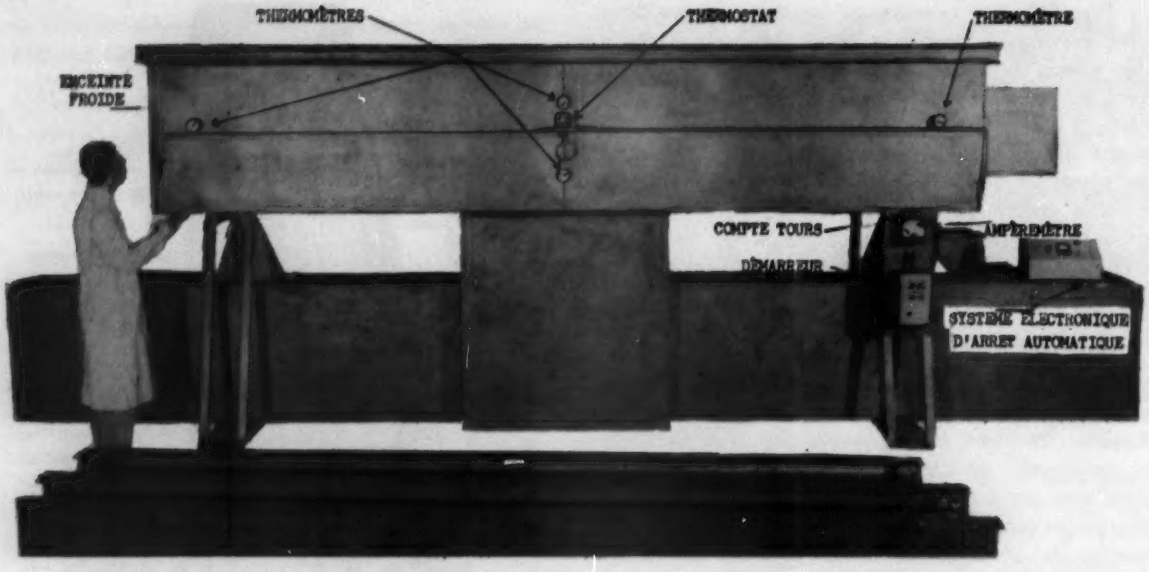


Fig. 4 : Apparence finale de la machine d'essai.

Les essais de fatigue préliminaires avaient montré que la fracture en fatigue d'une poutre, soumise à des charges renversées, se produisait par une fracture soudaine dans l'une des semelles, suivie de la propagation de cette fracture à travers l'âme, à une vitesse relativement basse à chaque cycle. Cependant, comme la poutre ne se brise pas instantanément en deux parties, la chute d'une de ces parties ne peut pas être utilisée pour actionner un commutateur qui arrêterait le moteur électrique. De plus, dans cette machine, la déflexion de la poutre ne varie pas après que la rupture en fatigue s'est produite dans la semelle, car la machine continue toujours à appliquer une déflexion fixée seulement par la position de l'excentrique.

Il fut donc décidé que le principe d'opération de ce nouveau type d'arrêt automatique serait basé sur le fait que la charge nécessaire pour produire une déflexion donnée dans une poutre diminue aussitôt qu'il y a rupture partielle de cette poutre; la charge sur les bielles doit donc diminuer de la même façon. Dans cette machine, toute diminution de la charge appliquée est détachée instantanément au moyen d'extensomètres électriques SR-4 qui sont collés sur les bielles.

Ces extensomètres étant reliés à des circuits électroniques appropriés, toute diminution de courant fera opérer un relai placé dans le circuit du moteur électrique, ce qui arrêtera la machine aussitôt que la fracture initiale de la poutre se produira. Au même moment, le compte-tours s'arrêtera et indiquera le nombre exact de cycles de charges appliquées à la poutre jusqu'au moment de la fracture, même si cette fracture ne se produit que dans une petite partie de la section transversale de la poutre. Cet appareil a été conçu et construit au laboratoire d'Electronique de l'Ecole Polytechnique, et a toujours parfaitement fonctionné.

RÉSULTATS

Essais Charpy à l'impact

Les essais d'impact ont été faits sur des spécimens de type Charpy découpés dans les mêmes plaques d'acier effervescent et calmé que celles qui ont servi à la fabrication des poutres soudées. Ces spécimens avaient leur axe soit parallèle, soit perpendiculaire à la direction du laminage et ont été essayés à diverses températures entre +73°F et −70°F, ce qui a permis de déterminer la température de transition des deux types d'aciers.

Trois spécimens de chaque type ont été essayés à sept températures différentes. La figure 5 montre la variation de l'énergie absorbée à la fracture, en fonction de la température pour les deux aciers effervescent et calmé, essayés soit parallèlement, soit perpendiculairement à la direction du laminage.

Le résultat le plus significatif de ces essais d'impact est qu'ils ont fait ressortir une différence importante dans le comportement des aciers effervescent et calmé sous des charges dynamiques. L'acier calmé a montré aux plus hautes températures une capacité d'absorption d'énergie à peu près 50% plus grande que celle de l'acier effervescent.

Ce résultat est très intéressant lorsqu'on compare la résistance statique maximum et les élongations à la rupture des deux aciers, lesquelles avaient à peu près la même valeur. Ces valeurs étaient respectivement 58,000 livres par pouce carré et 28.5% pour l'acier calmé, et 60,500 livres par pouce carré et 28.0% pour l'acier effervescent. Ceci illustre bien les différences considérables qui peuvent exister entre les propriétés statiques et dynamiques des métaux. Ces essais Charpy à l'impact font ressortir les différences entre l'acier calmé et l'acier effervescent soumis aux chocs, ce que les essais statiques ne font pas.

Un autre résultat intéressant est l'absorption d'énergie beaucoup moins grande lorsque les efforts sont perpendiculaires plutôt que parallèles à la direction du laminage. Pour l'acier effervescent, l'énergie absorbée transversalement n'était que 40% à 50% de celle absorbée dans la direction parallèle tandis que pour l'acier calmé, cette énergie variait entre 70% et 85%.

Pour l'acier effervescent, une température de transition très basse mais évidente s'est produite à −50°F et seulement pour les spécimens dans lesquels les efforts étaient parallèles à la direction du laminage. Les spécimens perpendiculaires d'acier effervescent et les deux types de spécimens d'acier calmé montrèrent une diminution plutôt graduelle dans l'énergie absorbée commençant à peu près à +30°F.

Il est bon de rappeler que les essais de fatigue devaient être faits à une température de −40°F et d'après ces essais Charpy, l'on voit que cette température très basse est quand même au-dessus de la température de transition des deux aciers.

Il faut noter que ces essais Charpy ont été faits sur des spécimens tirés de plaques relativement minces, c'est-à-dire de 3/8" d'épaisseur. Il est probable que des essais similaires sur des spécimens découpés dans des plaques de 1" d'épaisseur, et même plus, auraient montré une plus grande différence entre les énergies absorbées par l'acier effervescent et l'acier calmé.

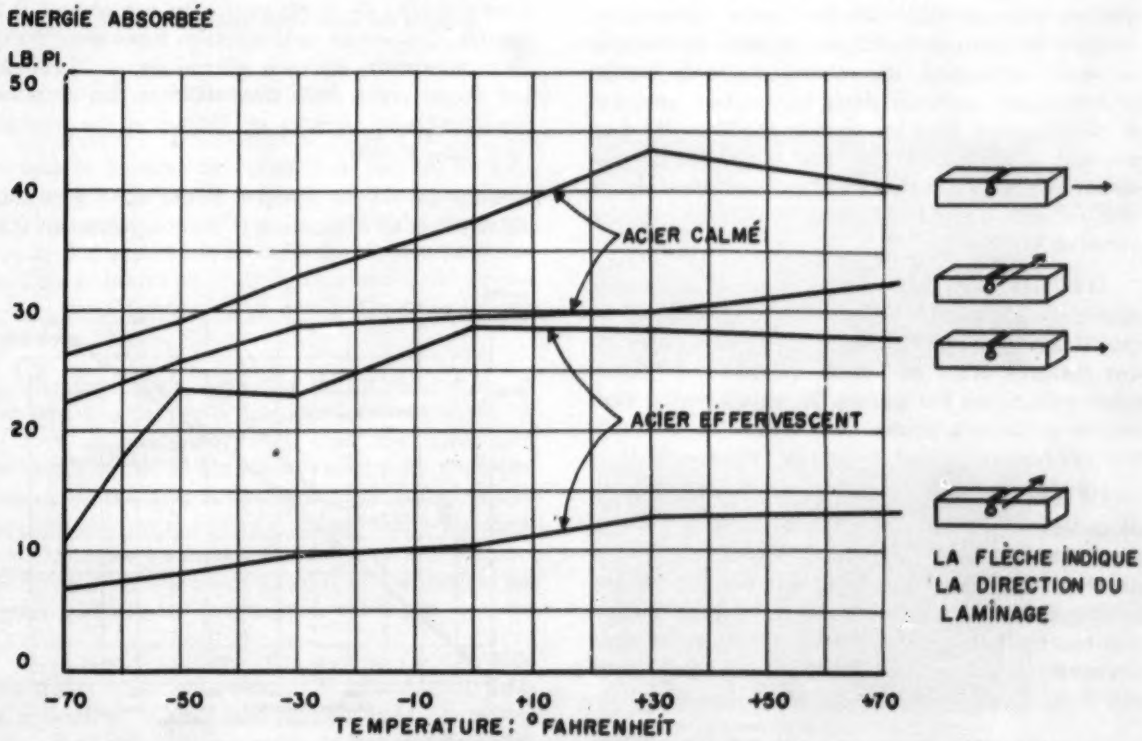


Fig. 5: Essais Charpy à l'impact sur les aciers effervescent (rimmed steel) et calmé (killed steel).

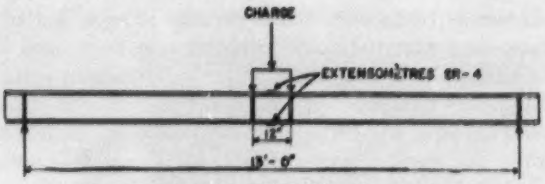


Fig. 6 : Mode de sollicitation des poutres.

Essais de flexion statique

Avant les essais de fatigue, chaque poutre fut essayée statiquement en flexion pour obtenir le diagramme des déformations unitaires en fonction de la charge appliquée afin de vérifier les caractéristiques de chaque poutre. La charge était appliquée directement en ligne avec les raidisseurs centraux, les supports aux extrémités étant eux-mêmes alignés avec des raidisseurs. (Fig. 6).

Pour les premières poutres essayées, les déformations unitaires furent mesurées au moyen d'extensomètres électriques SR-4, situés au centre de chaque semelle sur la face extérieure ainsi qu'à l'intersection de l'âme et des semelles. Les déformations unitaires et par conséquent les efforts unitaires, produits à cette intersection de l'âme et de la semelle par la charge appliquée, furent trouvés plus faibles qu'aux fibres extrêmes des semelles. Ces résultats montrent donc qu'il n'existe aucune concentration d'efforts à cette intersection, ni dans les poutres laminées, ni dans les poutres soudées; cependant, des efforts résiduels étaient probablement présents dans les poutres laminées et certainement dans les poutres soudées. Par conséquent, il fut décidé que pour toutes les poutres essayées par la suite, il serait suffisant de mesurer uniquement les déformations unitaires sur les semelles.

Dans les essais de flexion statique, la charge appliquée fut augmentée graduellement jusqu'à ce que la limite proportionnelle fût atteinte, la précision des mesures étant de l'ordre de quelques millionièmes de pouce par pouce. De cette façon, il était certain qu'aucune poutre ne subissait de déformation permanente avant l'essai de fatigue.

La figure 7 montre des diagrammes typiques de déformations unitaires en fonction de la charge pour chaque type de poutre; une laminée, une rivetée, une soudée en acier effervescent et une soudée en acier calmé. L'examen de ces diagrammes montre que ces poutres se comportèrent élastiquement jusqu'à une charge d'à peu près 18,000 lb.

Un autre point intéressant est que les poutres rivetées, de même module de flexion que les poutres soudées et laminées et par conséquent de même résistance théorique, étaient en fait plus fortes dans une proportion d'environ 13%. En effet, si l'on compare, pour une charge de 8,000 lbs les déformations dans les semelles, on obtient pour les poutres soudées et laminées environ 450 millionièmes de pouce par pouce et seulement 390 pour les poutres rivetées. Cette observation est d'autant plus importante que les poutres rivetées se montrèrent les plus faibles en fatigue.

Tel que décrit plus loin, tous les essais de fatigue furent faits à un effort cyclique maximum de + 26,000 lbs po. ca., ce qui correspond à une variation de déformations unitaires dans la fibre extrême d'à peu près 870 micro-pouces par pouce. Le diagramme de la figure 7 montre qu'une charge cyclique maximum de 15,000 lbs était nécessaire pour produire ces efforts dans les poutres soudées et laminées, tandis qu'il fallait une charge de 17,500 lbs pour les poutres rivetées. Il est bon de rappeler que la machine d'essai appliquait ces charges deux fois par cycle à une vitesse de 165 cycles par minute.

Essais de flexion en fatigue

Les premiers essais de fatigue, à +70°F et à −40°F, furent faits sur des poutres laminées à différentes valeurs d'efforts, afin d'obtenir une première idée de la résistance de ces poutres à la fatigue. Ces essais préliminaires montrèrent qu'un effort maximum cyclique alterné de + 26,000 lbs par pouce carré, à la fibre extrême des semelles, produirait une rupture en fatigue après quelque cent mille cycles.

Tous les essais définitifs furent donc faits sous cet effort et la comparaison du comportement à la

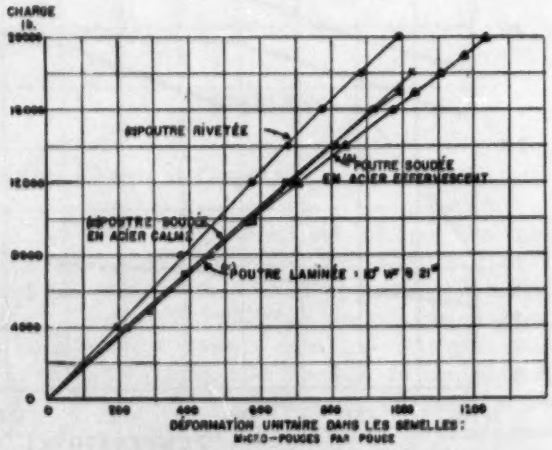


Fig. 7 : Diagrammes statiques des déformations unitaires en fonction des charges.

fatigue des différents types de poutre, aux deux températures de +70°F et de −40°F, fut faite d'après le nombre de cycles à la rupture.

L'essai fut considéré terminé lorsqu'une fracture, si petite fut-elle, se produisait dans une des deux semelles, ce qui avait pour effet immédiat de réduire appréciablement la résistance de la poutre.

Dans la figure 8, l'essai sur chaque poutre est représenté par une colonne dont la hauteur est proportionnelle au nombre de cycles à la fracture. Les colonnes blanches représentent les poutres essayées à +70°F tandis que les colonnes hachurées représentent les poutres essayées à −40°F.

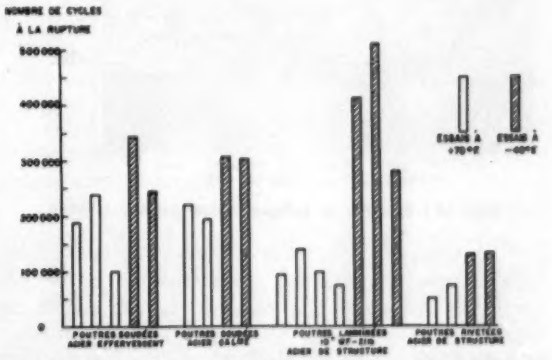


Fig. 8 : Diagramme comparatif de la vie de divers types de poutres en I sous des efforts cycliques renversés de ± 26,000 lb par pouce carré dans les semelles.

CONCLUSIONS

La première constatation et la plus importante est que le nombre de cycles à la rupture en fatigue, ou vie, de toutes les poutres, sans exception, fut plus grand à −40°F qu'à +70°F. L'augmentation la plus importante fut celle des poutres laminées où l'on a trouvé à −40°F un nombre de cycles à la rupture quatre fois plus grand qu'à la température ambiante.

Une explication plausible de ce résultat pourrait être fournie par le fait que la limite élastique de certains aciers augmente avec une diminution de température, il semble donc que la limite de fatigue puisse augmenter aussi. Cette observation ne contredit pas le fait qu'en même temps l'absorption d'énergie à l'impact diminue, précisément parce qu'un comportement d'autant plus élastique est moins favorable à l'absorption d'énergie.

La figure 8 montre aussi que la vie moyenne des deux aciers, effervescent et calmé, aux deux températures d'essai, est à peu près la même; cependant l'acier calmé présente des résultats plus constants.

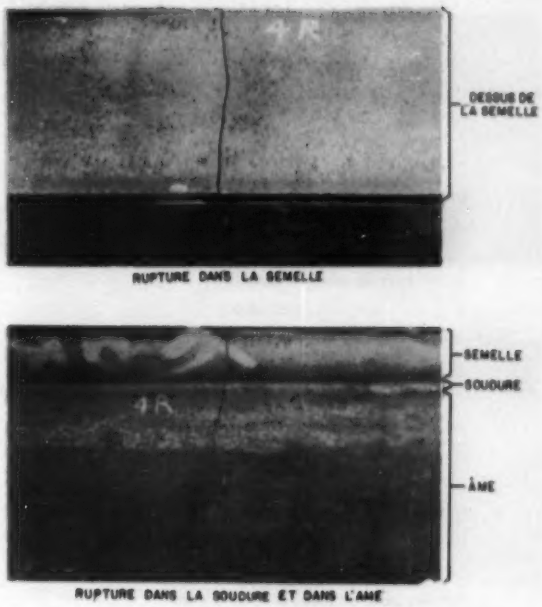


Fig. 9 : Fissure en fatigue d'une poutre soudée en acier effervescent.

Les poutres soudées, soit en acier effervescent soit en acier calmé, ont à +70°F une vie plus longue que les poutres laminées; cependant, même si leur vie est augmentée à −40°F, elle n'augmente quand même pas autant que celle des poutres laminées. Il reste tout de même que les poutres soudées se comportent très bien à basse température.

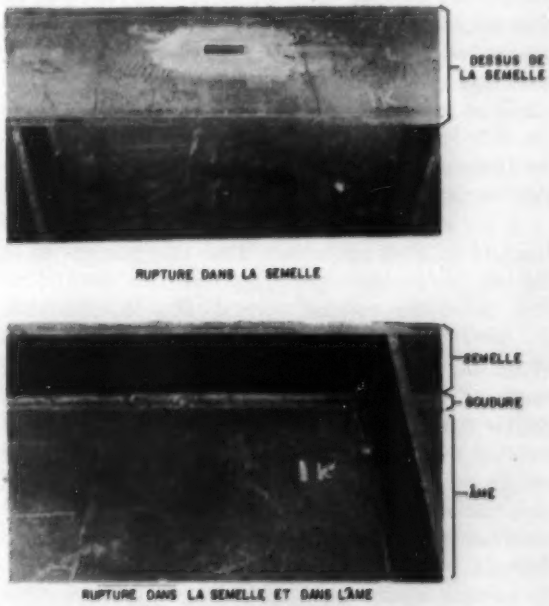


Fig. 10 : Fissure en fatigue d'une poutre soudée en acier calmé.

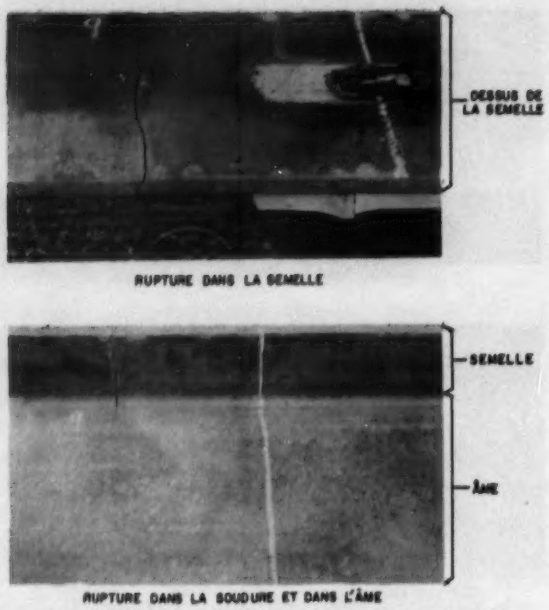


Fig. 11 : Fissure en fatigue d'une poutre laminée.

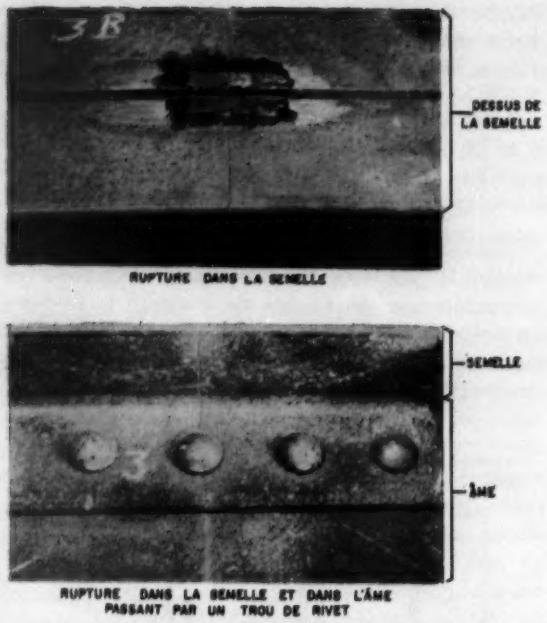


Fig. 12 : Fissure en fatigue d'une poutre rivetée.

Un autre résultat notable est que les poutres rivetées, soit à +70°F, soit à −40°F, ont une bien plus courte vie que les poutres laminées ou soudées. Ce résultat est probablement dû à l'existence de fortes concentrations d'effort dans la région des trous de rivets; c'est d'ailleurs par ces trous que passait invariablement la fracture.

Il est aussi intéressant de noter que les fractures, aux deux températures de +70°F et de −40°F, étaient du même type pour toutes les poutres. Une fracture typique pour chaque genre de poutre est montrée dans les figures 9, 10, 11 et 12. Ces fractures présentèrent une caractéristique commune : elles se propagèrent toutes dans une direction faisant un angle de 45° avec les plans de l'âme et la semelle où la fracture formait un angle de 90°. Pour les poutres rivetées, ce dernier type de fracture se produisait également dans l'angle des cornières.

Il n'y eut que quelques exceptions à ce type de fracture et alors seulement dans une portion de la fissure; le comportement prédominant peut donc être considéré comme normal. Une conséquence de cette observation est que le joint soudé entre l'âme et les semelles ne se comporte pas différemment dans une poutre laminée et dans une poutre rivetée. Par conséquent, cette portion de la fracture à 90° dépend de la géométrie même d'une poutre en I et non pas de la présence d'une soudure ou du fait que la section d'une poutre est obtenue par l'assemblage d'une plaque et de cornières.

Si on accepte les essais Charpy à l'impact comme moyen de déterminer la température de transition des métaux, les essais de fatigue sur les poutres soudées en acier effervescent et calmé ont été faits à une température au-dessus de la température de transition. Le résultat de ces essais de fatigue montre que la vie des aciers effervescent et calmé est beaucoup plus longue à une température de −40°F qu'à +70°F.

Les poutres soudées en aciers effervescent et calmé montrent à +70°F une plus longue vie que les poutres laminées tandis qu'à −40°F la vie des poutres laminées dépasse de beaucoup celle des poutres soudées. Les poutres rivetées ont eu, aux deux températures, la plus courte vie de tous les types de poutres essayées. Le genre de fracture fut exactement le même pour tous les types de poutres. Ce fait indique que les poutres soudées se comportèrent exactement de la même manière que les poutres laminées et que la soudure n'a pas introduit d'effets défavorables.

En interprétant les résultats de ces essais de fatigue, on doit se rendre compte qu'ils durent être limités quant aux dimensions des poutres et quant à l'effort appliqué. Il ne faut donc pas tirer, en dehors de ces conditions d'essai, des conclusions trop définies de cette comparaison entre les poutres laminées, soudées et rivetées.

Cependant, les résultats déjà obtenus indiquent l'intérêt qu'il y aurait à poursuivre ces recherches sur des poutres semblables mais constituées d'une âme et de semelles plus épaisses. Un tel programme nécessiterait évidemment la construction d'une machine d'essais d'une bien plus grande capacité et, par conséquent, beaucoup plus dispendieuse. Il est à espérer que dans un avenir prochain, de tels essais seront rendus possibles.

L'énergie électrique au Canada

Etude préparée par

Huet Massue, Ing.P., D.Sc.App.

Directeur du Service de l'Economique et de la Statistique

à la compagnie Shawinigan Water and Power, Montréal.

Les faits constatés ici ressortent d'une étude approfondie de l'industrie canadienne de l'électricité, qui a porté particulièrement sur les points suivants :

A. Ressources de combustibles
B. Ressources hydrauliques
C. Energie électrique
a) Installations
b) Production et utilisation
D. Commerce d'électricité.

Nous communiquons ces données dans l'espoir qu'elles seront utiles à ceux qui s'intéressent à l'économie canadienne.

Le Canada possède des réserves de charbon (environ 100 milliards de tonnes), de pétrole (2.5 milliards de barils), de gaz naturel (16,000 milliards de pieds cubes) et d'énergie hydraulique (66 millions de horsepower), ainsi que de vastes ressources d'uranium, qui en font l'un des pays les plus riches en énergie au monde.

A. Ressources de combustibles

CHARBON — Les gisements de charbon se rencontrent dans l'Est et dans l'Ouest du pays; il n'en existe pas dans les provinces centrales. L'Alberta tient le premier rang avec 48 milliards de tonnes. Viennent ensuite la Saskatchewan avec 24 milliards, la Colombie britannique avec 19 milliards, et la Nouvelle-Ecosse avec environ 3 milliards. Des réserves de moindre importance se rencontrent aussi au Nouveau-Brunswick.

En 1954, 33.2 millions de tonnes de charbon ont été mises sur le marché canadien, où la production domestique figurait pour environ 14.9 millions, les importations des Etats-Unis pour 18.0 millions et les importations du Royaume-Uni, pour 0.3 de million. Cet approvisionnement se composait de :

2.7 millions de tonnes d'anthracite
26.0 " " de houille bitumineuse
2.5 " " " sous-bitumineuse
2.0 " " de lignite.

Depuis un quart de siècle, le Canada n'a toujours produit qu'une partie relativement faible de sa consommation de charbon, comme en fait foi le tableau 1.

TABLEAU 1

	(En milliers de tonnes courtes) 1928	1932	1942	1954
Production :				
Houille bitumineuse	14,509	8,666	14,823	10,350
" sous-bitumineuse	2,583	2,184	2,740	2,460
Lignite	472	889	1,302	2,120
Total de la production	17,564	11,739	18,865	14,930
Total des importations	17,206	11,959	24,937	18,300
Quantités disponibles pour la consommation	34,770	23,698	43,802	33,230
Rapport de la production à la consommation (%)	50.5%	49.5%	43.0%	45.0%

En 1953, la consommation de charbon a été de 38.1 millions de tonnes courtes et elle s'est répartie comme suit : Ontario, 49.6%; Prairies. 18.4%; Québec, 14.4%; provinces maritimes, 12.3%; Colombie britannique, 5.3%.

Pétrole — Nos plus grandes richesses de pétrole se trouvent en Alberta. A eux seuls, les dépôts de sable bitumineux de McMurray, que le Bureau des Mines des Etats-Unis estime à 250 milliards de tonnes, l'équivalent du même nombre de barils de pétrole, recèlent la plus grande réserve connue au monde. Cependant, il en existe aussi en Saskatchewan, au Manitoba et dans les Territoires du Nord-Ouest, de même qu'en Ontario et au Nouveau-Brunswick.

La production de pétrole prend chez nous un essor prodigieux, et elle contribue dans une proportion sans cesse croissante à l'alimentation du marché domestique. Voir tableau 2.

TABLEAU 2

Année	Moyenne quotidienne (en barils) Consommation apparente	Importations	Production domestique (barils)	% du total
1930	106,000	102,000	4,000	4.0
1940	159,000	136,000	23,000	14.5
1945	197,000	174,000	23,000	11.6
1950	368,000	290,000	78,000	21.2
1951	422,000	292,000	130,000	30.4
1952	475,000	308,000	167,000	35.1
1953	523,000	301,000	222,000	42.5
1954	567,000	304,000	263,000	46.4

Au cours de la semaine terminée le 15 août 1955, en Alberta seulement, la production quotidienne de 356,934 barils représentait une augmentation de 20% sur celle de l'année précédente.

De 1945 à 1954, la consommation quotidienne de pétrole est passée d'une moyenne de 197,000 à 567,000 barils. Dans la même période, la production a plus que décuplé. La moyenne quotidienne de 23,000 barils est passée à 263,000 barils, c'est-à-dire de 11.6% à 46.4% de la consommation.

En 1952, la consommation quotidienne s'est répartie comme suit entre les diverses parties du pays : Ontario, 150,000 barils; Québec, 105,000; Prairies, 85,000; Colombie britannique, 55,000; provinces de l'Atlantique, 45,000.

Gaz naturel — C'est également en Alberta qu'on trouve les plus importantes ressources de gaz naturel. Des quantités moindres se rencontrent en Ontario et au Nouveau-Brunswick, et on en a également décelé la présence en Saskatchewan, au Manitoba et dans les Territoires du Nord-Ouest, en quantités qui pourront éventuellement s'avérer très considérables.

En 1954, la consommation a atteint le sommet de 87 millions de pieds cubes; elle avait été de 14 millions en 1922, de 46 millions en 1942 et de 53 millions en 1947. La construction de pipe-lines qui relieront l'Alberta aux débouchés du Québec, de l'Ontario et de la Colombie britannique, ne peut manquer d'accroître considérablement la consommation de gaz naturel.

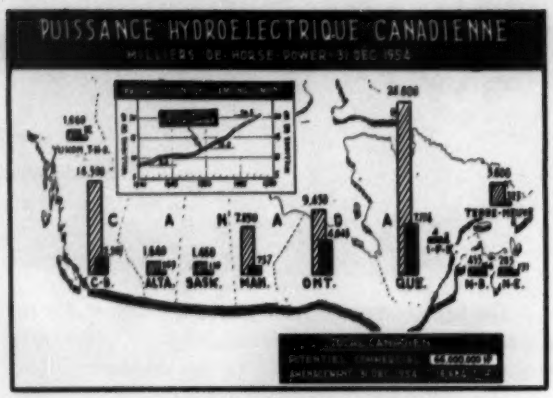
Uranium — Depuis qu'on a réussi à fractionner l'atome en 1939 et à provoquer la première chaîne de réactions en 1942, l'uranium a pris une grande importance économique. A poids égal, l'uranium (U 235 Isotope) renferme environ 2.600.000 fois plus d'énergie que le charbon. Jusqu'ici, les plus importantes découvertes ont été celles de Great Bear Lake, dans les Territoires du Nord-Ouest; de Beaverlodge, dans le nord de la Saskatchewan; et de Blind River, dans le nord de l'Ontario. A eux seuls, ces dépôts du précieux métal devraient suffire amplement à nos besoins pendant de nombreuses années.

B. Ressources hydrauliques et leur aménagement

La force potentielle de 66 millions de hp dont est pourvu le Canada représente un actif inépuisable d'une grande valeur. Un bon nombre d'emplacements hydroélectriques, favorablement situés pour alimenter les centres industriels et bénéficiant d'un débit parfaitement régularisé, ont déjà été aménagés très économiquement.

Peu de pays sont aussi riches que le nôtre en ressources hydrauliques. Les eaux du Canada, qui couvrent environ 230,000 milles carrés — soit 6% de la superficie totale — ses précipitations bien réparties et sa rugosité topographique offrent des possibilités illimitées.

C'est en Colombie britannique que le relief du sol présente les plus grandes hauteurs de chutes



Graphique 1

pouvant être aménagées pour produire l'énergie électrique, et les plus basses chutes se trouvent en Saskatchewan et au Manitoba. Les chutes d'eau de l'Alberta, de l'Ontario, du Québec et des provinces maritimes présentent des caractéristiques à peu près semblables.

Notre pays a une superficie de 3,845,000 milles carrés, sillonnée par d'importants cours d'eau : le fleuve Mackenzie, qui a 2,635 milles de longueur; le Yukon, 1975 milles; et le St-Laurent (y compris la chaîne des Grands Lacs), 1,900 milles. Le Nelson a 1,600 milles; le Columbia, 1,150 milles; et le Churchill, 1,000 milles. Il y a vingt-et-une rivières dont la longueur varie entre 500 et 1,000 milles, et cinquante autres de 250 à 500 milles.

La moyenne annuelle des précipitations atteint son maximum sur la côte du Pacifique; elle est de 95 pouces à Prince-Rupert et de 57 pouces à Vancouver. Immédiatement à l'est des Rocheuses, cette moyenne est beaucoup plus faible — 17 pouces à Calgary et à peine 15 pouces à Régina. Elle augmente en direction de l'est pour atteindre 21 pouces à Winnipeg, 32 à Toronto, 41 à Montréal et 56 à Halifax.

La moyenne mensuelle des précipitations, qui est élevée dans le Québec, y est aussi plus stable que sur la côte du Pacifique. Alors qu'à Vancouver, elle atteint environ neuf pouces en décembre, janvier et février, et qu'elle tombe à un pouce et demi en juillet, elle se maintient à Montréal aux environs de trois pouces (maximum de 3.75 pouces en janvier et minimum de 2.60 en avril) toute l'année.

Le Québec bénéficie, en outre, d'une accumulation d'environ 100 pouces de neige durant l'hiver, ce qui équivaut à dix pouces d'eau. Tout le bassin versant fait alors fonction de réservoir.

Au printemps, la fonte des neiges dans tout le nord de la province provoque un ruissellement vers de vastes réservoirs d'emmagasinement. L'eau ainsi captée, soit environ 1,300 milliards de pieds cubes (ou l'équivalent du volume que contiendrait un réservoir carré de dix milles de côté par environ un

mille de profondeur) contribue à maintenir le débit normal des cours d'eau aménagés à un niveau bien supérieur à ce qu'il serait sans cette régularisation.

La retenue de 375 milliards de pieds cubes d'eau dans les réservoirs du haut St-Maurice a porté la force potentielle de ce cours d'eau de 650,000 hp qu'elle était au débit normal, à 2,500,000 hp après régularisation. Des mesures semblables conduisent au même résultat dans le cas du Saguenay, de l'Ottawa, de la Gatineau et d'autres grandes rivières du Québec.

Le Canada, dont les ressources hydrauliques économiquement utilisables sont estimées à 66,000,000 de hp, accusait à la fin de 1954 une puissance installée de 16,684,131 hp, répartie entre les provinces tel qu'indiqué au Tableau 3.

TABLEAU 3

	Energie potentielle économiquement utilisable (en hp)	Puissance installée - hp totale	par habitant
Terre-Neuve	3,600,000	323,150	0.81
Ile-du-Prince-Edouard	4,000	1,882	0.02
Nouvelle-Ecosse	203,000	170,908	0.25
Nouveau-Brunswick	433,000	164,130	0.31
Québec	26,600,000	7,773,822	1.77
Ontario	9,450,000	4,845,486	0.96
Manitoba	7,250,000	756,900	0.91
Saskatchewan	1,460,000	109,835	0.13
Alberta	1,640,000	258,710	0.25
Colombie britannique	14,300,000	2,246,868	1.78
Yukon et Territoires du N.-O.	1,060,000	32,440	1.20
	66,000,000	16,684,131	1.10

Comme le démontre le tableau No 4, la puissance des installations hydroélectriques a marqué une progression rapide depuis 23 ans :

TABLEAU 4

	(En milliers de hp) 1931	1937	1943	1949	1954
Provinces de l'Atlantique*	248	260	269	543	661
Québec	3,100	4,000	5,847	6,132	7,774
Ontario	2,145	1,577	1,673	2,897	4,845
Prairies	504	538	609	777	1,125
Colombie britannique et Yukon	669	738	816	1,266	2,279
CANADA*	6,666	8,113	10,214	11,615	16,684

*Y compris Terre-Neuve, à partir de 1949.

De 1949 à 1954, la moyenne de cette progression annuelle a été d'environ 1,000,000 de hp. L'avance a été plus marquée dans l'Ontario que partout ailleurs, la moyenne annuelle ayant été de 400,000 hp dans cette province; viennent ensuite le Québec, 330,000; la Colombie britannique, 203,000; les Prairies, 70,000; et les provinces de l'Atlantique, 24,000.

Dans le total de 16,884,131 hp de puissance installée à la fin de 1954, les installations des moulins à papier figuraient pour 928,510 hp, diverses industries pour 1,263,351 hp, et les centrales pour 14,492,270 hp.

Les plus grandes sources d'énergie hydroélectrique sont le St-Laurent, dont la puissance ultime — y compris l'apport des chutes Niagara — est d'environ 7,000,000 de hp; le Nelson et le Fraser, de 4,000,000 à 5,000,000 de hp chacun; l'Ottawa, le St-Maurice et le Saguenay, entre 2,500,000 et 3,000,000 de hp chacun, et plusieurs autres cours d'eau dépassant le million de hp.

La source la plus largement exploitée à la fin de 1954 était le St-Laurent (y compris la rivière Niagara). La puissance réunie des turbines en service était d'environ 3,650,000 hp, dont 1,600,000 hp dans le secteur de Beauharnois-Les Cèdres, au Québec, et environ 2,000,000 de hp du côté canadien des chutes Niagara, en Ontario. L'aménagement du Saguenay représentait 2,800,000 hp et celui de l'Ottawa, environ 2,600,000 hp partagés à peu près également entre l'Ontario et le Québec. Les installations sur le St-Maurice avaient une puissance de 1,560,000 hp.

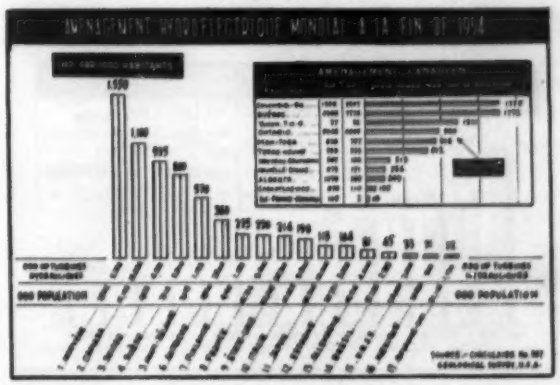
En raison de la population, cette puissance installée de 16.7 millions de hp équivalait à 1.1 hp par habitant. Dans la province de Québec et en Colombie britannique, les installations de 7.8 millions et de 2.3 millions de hp respectivement représentaient à peu près 1.8 hp par habitant.

Comparée à cette puissance productrice, au Canada, de 1.1 hp par habitant, la puissance installée dans les autres pays producteurs d'énergie hydroélectrique s'établissait comme suit à la fin de 1954 :

Norvège	1.6 hp
Suisse	0.9
Suède	0.8
Nouvelle-Zélande	0.6
Autriche	0.4
Etats-Unis	0.2
Italie	0.2
France	0.2

D'après la circulaire No 367 de l'U.S. Geological Survey, les 7.2 millions de hp installés en U.R.S.S. ne représenteraient que 0.03 de hp par habitant.

Graphique 2



Les travaux d'aménagement en cours ajouteront environ 3.6 millions de hp à la puissance de nos installations. Le tableau 5 indique la répartition régionale des additions en cours, avec l'année de leur réalisation :

TABLEAU 5

(En milliers de hp)

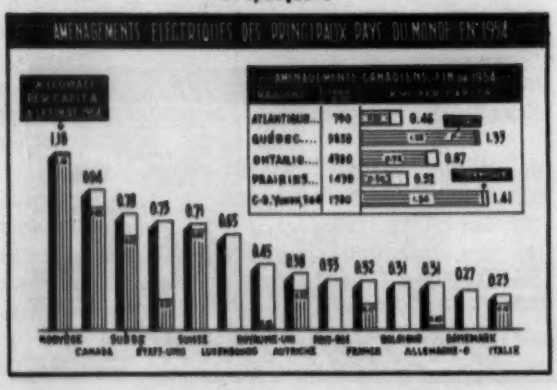
	1955	1956	1957	1958	Total
Terre Neuve	4	—	—	—	4
Nouvelle-Ecosse	6	—	—	—	6
Nouveau-Brunswick	—	—	45	45	90
Québec	257	450	300	300	1,307
Ontario	526	296	19	400	1,241
Manitoba	40	—	—	—	40
Alberta	25	—	—	—	25
Colombie britannique	192	129	300	300	921
Yukon	1	—	—	—	1
CANADA	1,051	875	664	1,045	3,635

Les travaux de construction en cours en 1954 étaient, par ordre d'importance, les suivants : la centrale Sir Adam Beck No. 2 sur la rivière Niagara, à Queenston, Ont., d'une puissance de 1,600,000 hp sous une chute de 300 pieds; l'aménagement de la rivière Bersimis par l'Hydro-Québec, devant produire 1,200,000 hp sous une chute de 875 pieds; le harnachement, par l'Hydro ontarienne, de 1,200,000 hp sous une chute de 92 pieds dans le secteur international du St-Laurent à Cornwall; l'aménagement, par l'Aluminum Company of Canada Limited, d'une chute de 2,000 pieds à Kitimat, près de Prince-Rupert en Colombie britannique, avec une installation initiale de 600,000 hp et une puissance ultime d'au-delà de 2,000,000 de hp.

La puissance hydroélectrique dont disposera le Canada à la fin de 1958 atteindra 20,300,000 hp. Elle aura donc à peu près doublé depuis 1945 et triplé depuis 1931.

La moyenne annuelle des installations prévues entre la fin de 1954 et la fin de 1958 est de 909,000 hp pour tout le Canada — 326,000 dans le Québec, 310,000 en Ontario et 230,000 en Colombie britannique.

Graphique 3



C. Energie électrique

a) **Installations** — A la fin de 1954, la puissance globale des installations était estimée à 19,052,000 hp, soit 16,684,131 hp de puissance hydraulique (14,492,270 dans les centrales, 928,510 dans les moulins à papier et 1,263,351 dans d'autres industries) et 2,367,900 hp de puissance thermique.

Cette puissance installée de 19,052,000 hp était répartie entre les provinces, tel qu'indiqué au tableau 6.

TABLEAU 6

	Hydraulique 000-hp	Thermique 000-hp	Thermique % du total	Total 000-hp	Total Par habitant
Terre-Neuve	323.2	8.2	2.5	331.4	0.83
Ile-du-P.-Edouard	1.9	21.1	91.6	23.0	0.22
Nouv.-Ecosse	170.9	235.4	58.8	406.3	0.60
Nouv.-Brunswick	164.1	135.6	45.2	299.7	0.55
Québec	7,773.8	54.8	0.7	7,828.6	1.78
Ontario	4,845.5	1,021.1	17.5	5,866.6	1.17
Manitoba	756.9	70.8	8.6	827.7	1.00
Saskatchewan	109.8	416.0	79.0	525.8	0.60
Alberta	258.7	300.4	53.5	559.1	0.54
Col. britannique	2,246.9	102.8	4.4	2,349.7	1.87
Yukon	32.4	1.7	5.0	34.1	1.36
CANADA	16,684.1	2,367.9	12.5	19,052.0	1.25

En raison de la population, la Colombie britannique tient le premier rang des provinces avec une puissance installée de 1.87 hp par habitant et l'Ile-du-Prince-Edouard vient en dernier lieu avec 0.22 de hp. Dans cette dernière province, les usines thermiques représentent 91.6% de tous les aménagements; au Québec, elles ne représentent que 0.7%.

Avec une puissance installée de 0.94 de kw par habitant, le Canada se classait, toujours à la fin de 1954, au second rang des pays producteurs d'électricité. Les estimations récentes de l'Organisation de Coopération Economique en Europe et la statistique dans le cas des Etats-Unis révèlent les chiffres indiqués au tableau 7.

TABLEAU 7

	Kw par habitant Total	Kw par habitant Hydraulique	% du total en hydraulique
Norvège	1.18	1.16	97.5
Canada	0.94	0.82	87.5
Suède	0.78	0.63	80.8
Etats-Unis	0.73	0.21	28.8
Suisse	0.71	0.67	94.2
Luxembourg	0.65	—	0.05
Royaume-Uni	0.45	0.02	3.5
Autriche	0.38	0.27	71.2
Hollande	0.33	—	—
France	0.32	0.17	53.7
Belgique	0.31	0.003	0.1
Allemagne	0.31	0.05	16.9
Danemark	0.27	0.002	0.08
Italie	0.23	0.18	78.5

Les 19.1 millions de hp aménagés à la fin de 1954 représentaient une augmentation de 6.5 millions, ou de 52%, depuis la fin de 1949, l'accroissement annuel ayant été d'environ 1,300,000 hp.

Les travaux d'aménagement projetés d'ici quatre ans, y compris 860,000 hp d'énergie thermique, augmenteront notre productibilité d'environ 1,135,000 hp par année.

A la fin de 1958, le total de la puissance installée au Canada atteindra 22,552,000 hp. soit plus du double de 1949. La progression annuelle moyenne des installations de 1949 à 1958 devrait se répartir entre les régions du pays tel qu'indiqué au tableau 8.

TABLEAU 8

(En milliers de hp)

	Installations en 1949	Installations en 1958	Progression 1949-1958 Total	Progression 1949-1958 Moyenne annuelle
Terre-Neuve	263	384	121	12
Provinces maritimes	503	1,032	529	53
Québec	6,177	9,135	2,958	296
Ontario	3,051	7,106	4,055	406
Prairies	1,190	1,590	1,400	140
Colombie brit. - Yukon	1,341	3,305	1,964	196
CANADA	12,525	23,552	11,027	1,103

b) **Production et utilisation** — La production globale d'énergie électrique au Canada en 1954 est estimé à quelque 74,500 millions de kilowatt-heures. Environ 67,000 millions de kwh ont été produits par les centrales et 7,500 millions par les entreprises manufacturières et minières pour leur propre usage.

Cette production estimative de 74,500 de kwh se compare à 43,000 millions en 1945 et 31,000 millions en 1939. En 1953, la dernière année pour laquelle les relevés statistiques complets ont été publiés, la production globale a été de 69,977 millions de kwh et elle est répartie entre les provinces, tel qu'indiqué au tableau 9.

Des 69,977 millions de kwh produits en 1953, environ 40,927 millions, soit 58.4%, ont été absorbés par les industries manufacturières. Voir tableau 10.

Le reste de la consommation s'est réparti tel qu'indiqué au tableau 11.

Graphique 4

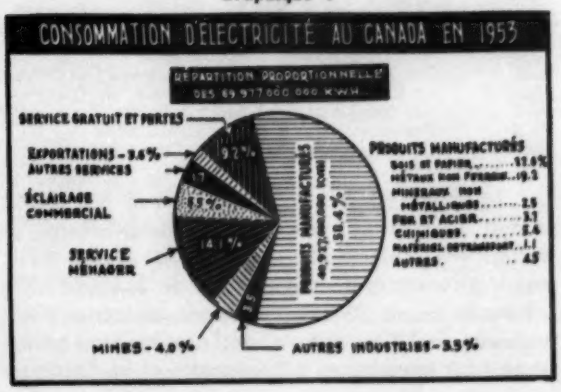


TABLEAU 9

(En millions de kwh)

	Centrales	Manufactures	Mines	Total
Terre-Neuve	251	889	2	1,142
Ile-du-Prince-Edouard	39	—	—	39
Nouvelle-Ecosse	1,026	186	14	1,226
Nouveau-Brunswick	746	374	—	1,120
Québec	33,794	775	14	34,583
Ontario	18,268	2,073	6	20,347
Manitoba	2,754	7	8	2,769
Saskatchewan	1,174	40	2	1,216
Alberta	1,340	177	15	1,532
Colombie britannique - Yukon	3,468	2,380	155	6,003
CANADA	62,860	6,901	216	69,977

TABLEAU 10

	Millions de kwh	% de la production totale
Bois et papier	15,400	22.0
Métaux non ferreux	13,390	19.2
Minéraux non métalliques	1,767	2.5
Fer et acier	2,625	3.7
Produits chimiques et parachimiques	3,769	5.4
Matériel de transport	785	1.1
Autres produits	3,191	4.5
	40,927	58.4%

TABLEAU 11

	Millions de kwh	% de la production totale
Exploitations minières	2,782	4.0
Autres industries	2,457	3.5
Domiciles	9,878	14.1
Eclairage commercial	3,880	5.5
Services municipaux	815	1.2
Eclairage de rues	380	0.5
Service gratuit	70	0.1
Exportations aux Etats-Unis	2,424	3.6
Pertes	6,364	9.1
	29,050	41.6%

En 1953, chacun des 1,300,000 employés de l'industrie manufacturière a eu à sa disposition une moyenne de 31,500 kwh. La comparaison suivante peut s'établir entre les diverses régions économiques du pays à cet égard :

Terre-Neuve	86,000 kwh
Provinces maritimes	22,200
Québec	56,000
Ontario	18,000
Prairies	19,700
Colombie britannique	34,000

De 1933 à 1953, la moyenne pour tout le pays a subi les fluctuations suivantes :

1933	24,000 kwh
1937	29,400
1941	24,000
1945	23,300
1949	26,400
1953	31,500

En 1953, dernière année pour laquelle des chiffres détaillés ont été publiés, la consommation d'énergie par employé et par $1,000 bruts de production, s'est répartie, entre les diverses catégories d'industries, tel qu'indiqué au tableau 12.

TABLEAU 12

	Kwh par employé	Kwh par $1,000 bruts de prod.
Aliments et boissons	6,050	300
Tabac et produits du tabac	1,960	85
Articles en caoutchouc	11,400	890
Articles en cuir	1,540	230
Textiles (sauf le vêtement)	9,200	960
Vêtement	555	91
Tricoteries	1,880	286
Produits du bois	4,200	455
Produits du papier	176,000	9,500
Impression et industries connexes	1,910	234
Fer et acier	14,000	1,250
Matériel de transport	5,050	375
Métaux non ferreux	256,000	10,800
Appareils électriques et accessoires	4,670	422
Minéraux non métalliques	51,500	4,330
Dérivés du pétrole et du charbon	22,900	475
Produits chimiques et parachimiques	75,000	4,270
Industries diverses	4,040	175
Moyenne de toutes les industries	31,500	2,300

La forte consommation d'électricité dans le Québec est attribuable à la prédominance en cette province des industries du papier et de l'affinage des métaux non ferreux.

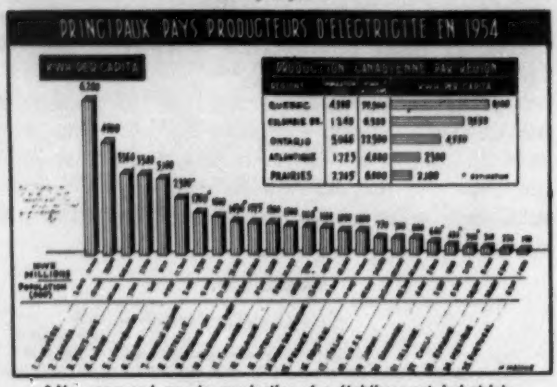
En regard de la population du Canada, les 74,500 millions de kwh produits en 1954 représentaient 4,900 kwh par habitant. Dans le Québec, la production a atteint 8,100 kwh par habitant. Ces chiffres se comparent de la manière suivante avec la production d'électricité dans les autres parties du monde :

Norvège	6,280 kwh
Etats-Unis	3,360
Suède	3,340
Suisse	2,300
Nouvelle-Zélande	1,760
Australie	1,610
Royaume-Uni	1,430
Allemagne	1,375
Finlande	1,340
Belgique	1,200
Autriche	1,110
Union Sud-Africaine	1,100

Une estimation non officielle de la production en U.R.S.S. établit à 700 kwh par habitant le chiffre de 1954.

On estime que la production de toutes les usines hydrauliques du Canada en 1954 équivaut à l'énergie qu'aurait produite la combustion de 35.3 millions de tonnes de charbon.

Graphique 5



* Ne comprend pas la production des établissement industriels produisant pour eux-mêmes.

D. Commerce d'électricité

Deux genres d'entreprises se partagent le commerce d'électricité au Canada, l'entreprise privée et l'entreprise d'Etat. A la fin de 1953, 52.8% des installations appartenaient à l'entreprise privée, qui produisait 54.7% de l'énergie, touchait 40.8% du revenu et alimentait 32.2% du public consommateur.

Dans la plupart des provinces, l'exploitation des entreprises privées d'électricité est régie par des organismes provinciaux et ne tombe pas, comme aux Etats-Unis, sous la juridiction du pouvoir central. Ces organismes provinciaux sont les suivants :

Province	Régie
C. B.	Public Utilities Commission
Alta	Board of Public Utility Commissioners
Man.	The Municipal and Public Utilities Board
Qué.	Régie Provinciale de l'Electricité
N.-B.	Board of Commissioners of Public Utilities
N.-E.	Board of Commissioners of Public Utilities
Terreneuve	Board of Commissioners of Public Utilities
Ile-du-P.-E.	Public Utilities Commission

L'exploitation des entreprises d'électricité appartenant aux gouvernements provinciaux est confiée aux organismes suivants :

C. B.	British Columbia Power Commission
Man.	Manitoba Power Commission
Ont.	The Hydro-Electric Power Commission of Ontario
Qué.	La Commission Hydro-Electrique de Québec
N.-B.	The New Brunswick Electric Power Commission
N.-E.	The Nova Scotia Power Commission
Sask.	The Saskatchewan Power Corporation

L'Office Fédéral de la Statistique n'a publié aucun rapport sur les investissements dans les entreprises d'électricité au Canada depuis 1943; ces investissements étaient alors de $1,800,000,000. L'installation, de 1943 à 1954, d'une puissance additionnelle de 7,100,000 hp et de l'appareillage nécessaire pour transporter cette énergie et la distribuer

à 1,800,000 nouveaux consommateurs, a certes entraîné de fortes immobilisations, de sorte qu'à la fin de 1954, les sommes investies pouvaient bien atteindre les $4 milliards.

La puissance installée dans les centrales à la fin de 1954 était estimée à 16,860,200 hp, les turbines hydrauliques y figurant pour 14,492,300 hp, les usines à combustion de charbon pour 2,168,700 hp et les moteurs à gaz et à pétrole pour 199,200 hp. Cette puissance installée était répartie, entre les provinces, tel qu'indiqué au tableau 13.

TABLEAU 13

(En milliers de hp)

	Turbines hydrauliques	Usines à charbon	Moteurs à gaz et pétrole	Total
Terre-Neuve	126.9	—	8.2	135.1
Ile-du-Prince-Edouard	0.4	16.9	4.2	21.5
Nouvelle-Ecosse	155.9	228.8	6.6	391.3
Nouveau-Brunswick	134.7	119.2	16.4	270.3
Québec	7,368.0	36.4	18.4	7,422.8
Ontario	4,540.6	1,007.6	13.5	5,561.7
Manitoba	755.0	69.5	1.3	825.8
Saskatchewan	109.8	373.6	42.4	525.8
Alberta	256.7	282.8	17.6	557.1
Colombie britannique	1,031.6	33.9	69.0	1,134.5
Yukon et Territoire du N.-O.	12.7	—	1.6	14.3
CANADA	14,492.3	2,168.7	199.2	16,860.2

Depuis la fin de 1949 jusqu'à la fin de 1954, la croissance des installations a été en moyenne de 1,200,000 hp par an. C'est en Ontario que cette moyenne annuelle a été le plus élevée, soit 567,000 hp; elle a été de 332,000 hp dans le Québec et de 71,000 hp en Colombie britannique.

Le personnel des entreprises d'électricité était au nombre de 49,169 à la fin de 1953, ce qui représentait un employé par 320 hp de puissance installée et un employé par 78 consommateurs.

Dans le total de 3,817,300 consommateurs d'électricité à la fin de 1953, les domiciles représentaient 85.6%, les commerces, 11.6% et les gros consommateurs de force motrice, 2.8%.

Les centrales électriques du pays ont produit, en 1953, un total de 62,861 millions de kwh réparti entre les provinces tel qu'indiqué au tableau 14.

TABLEAU 14

	Centrales hydrauliques Millions de kwh	Centrales thermiques Millions de kwh	Centrales thermiques % du total	Total Millions de kwh
Terre-Neuve	248	3	1.2	251
Ile-du-Prince-Edouard	0.4	39	99.0	39
Nouvelle-Ecosse	743	283	27.6	1,026
Nouveau-Brunswick	505	241	32.4	746
Québec	33,781	13	—	33,794
Ontario	18,253	15	—	18,268
Manitoba	2,752	2	—	2,754
Saskatchewan	553	621	52.9	1,174
Alberta	797	543	40.6	1,340
Colombie britannique	3,351	31	0.9	3,382
Yukon	85	1	1.0	86
CANADA	61,068	1,792	2.8%	62,860

Les centrales thermiques n'ont donné que 2.8% de la production totale. A l'Ile-du-Prince-Edouard, la production a été presque entièrement thermique, sauf pour à peu près 1.0%. Par contre, la production du Québec, de l'Ontario, du Manitoba, de la Colombie britannique et de Terre-Neuve a été à peu près exclusivement hydraulique.

La production des centrales en 1954 est estimée à 66,568 millions de kwh, dont la consommation se serait répartie entre les provinces, tel qu'indiqué au tableau 15.

TABLEAU 15

	Millions de kwh Production	Importations	Exportations	Consommation
Terre-Neuve	278	–	–	278
Ile-du-Prince-Edouard	42	–	–	42
Nouvelle-Ecosse	1,130	–	–	1,130
Nouveau-Brunswick	887	10	62	835
Québec	34,600	10	5,106	29,504
Ontario	20,200	4,710	1,854	23,056
Manitoba	3,008	559	162	3,405
Saskatchewan	1,288	–	559	729
Alberta	1,485	16	–	1,501
Colombie britannique	3,550	4	– 166	3,388
Yukon et T. du N.-O.	100	–	–	100
CANADA	66,568	118	2,718	63,968

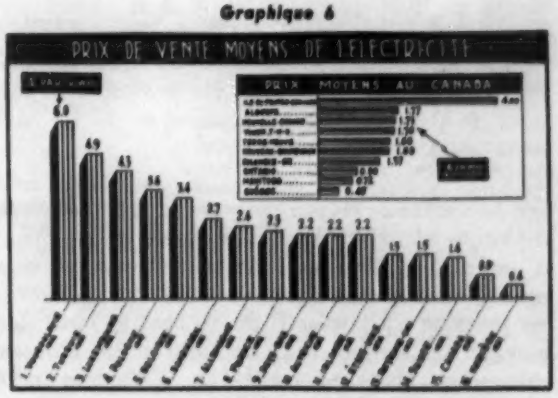
Au cours des cinq années 1949-54, la production des centrales électriques du Canada s'est accrue à un rythme annuel d'au-delà de 4,000 millions de kwh.

Les 63,042 millions de kwh dont les entreprises canadiennes d'électrité ont disposé en 1953, soit 62,861 millions de kwh produits au Canada et 181 millions importés des Etats-Unis, ont été utilisés à peu près tel qu'indiqué au tableau 16.

TABLEAU 16

Débouchés	Millions de kwh	% du total
Domiciles	9,877	15.8%
Commerces	3,881	6.2
Petits consommateurs de force motrice	901	1.4
Services municipaux	815	1.3
Eclairage de rues	780	1.2
Industrie minière	2,600	4.1
Industrie manufacturière	34,026	54.1
Autres gros consommateurs de force motrice	1,305	2.1
Exportations	2,424	3.6
Pertes et services gratuits	6,433	10.2
	63,042	100.0%

Graphique 6



En 1953, les centrales électriques ont fourni à l'industrie manufacturière 83.2% de l'énergie dont elle a eu besoin et ces achats ont représenté environ 1,910 kwh par $1,000 bruts de production. Le tableau 17 indique comment se sont répartis les achats d'énergie entre les diverses régions économiques du pays.

TABLEAU 17

	Production manufacturière en millions de $ bruts	Achats d'énergie en millions de kwh	Kwh par $1,000 bruts de production
Provinces de l'Atlantique	745	755	1,010
Québec	5,387	21,679	4,000
Ontario	6,877	9,249	1,040
Prairies	1,407	518	1,080
Colombie britannique et Yukon	1,369	825	600
CANADA	17,785	34,026	1,910

En 1953, le revenu des entreprises d'électricité s'est élevé à $470 millions. Le revenu moyen par horsepower d'installation a été de $31.40; il a atteint un maximum de $87.00 au Yukon et dans les Territoires du Nord-Ouest, et un minimum de $21.40 dans le Québec.

Ce revenu a été dérivé des sources indiquées au tableau 18.

TABLEAU 18

	Milliers de $	% du total	¢ par kwh de consommation
Domiciles	168.3	35.8	1.70
Commerces	80.7	17.2	2.03
Petits consommateurs de force motrice	19.9	4.2	2.00
Services municipaux	5.9	1.2	0.72
Eclairage de rues	8.9	1.9	2.34
Industrie minière	20.1	4.3	0.78
Industrie manufacturière	152.6	32.6	0.45
Autres gros consommateurs de force motrice	13.2	2.8	0.98
TOTAL	469.6	100.0	0.78

En 1953, le revenu moyen par kwh a été d'environ trois quarts de cent. Il a atteint son maximum, quatre cents, à l'Ile-du-Prince-Edouard et son minimum, 0.45 de cent, au Québec. Il a été d'environ 1.7 cent dans les provinces maritimes, de 0.72 de cent en Ontario et de 1.4 cent dans les Prairies.

Le revenu moyen provenant de la vente d'énergie à l'industrie manufacturière est maintenu à un niveau très bas par le prix minime que paient certaines catégories d'industries, comme les produits du papier (0.36 de cent le kwh), les métaux non ferreux (0.21 de cent) et les produits chimiques (0.24 de cent). En 1953, ces trois catégories d'industries ont absorbé à elles seules près de 63% de toute l'énergie vendue aux manufacturiers.

Le montant moyen des comptes d'électricité payés par les consommateurs domiciliaires pour l'année 1953 a été de $51.25. La moyenne la plus élevée a été de $104.56 au Yukon et dans les Territoires du Nord-Ouest et la plus faible, $38.43, au Québec.

Si, de 1943 à 1953, la consommation annuelle moyenne d'électricité par les domiciles est passée de 1,535 à 3,008 kwh — une avance de 95% — le montant moyen des factures n'a monté que de $27.76 à $51.25, soit de 86%. Au cours de cette période, le prix moyen payé par les consommateurs domiciliaires a baissé de 1.8 cent à 1.7 cent le kwh, soit d'environ 6%.

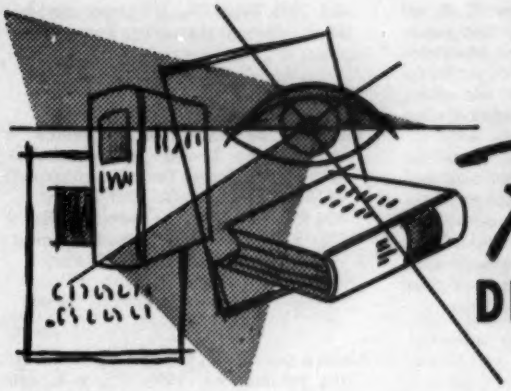
Le prix de vente moyen de 0.78 de cent le kwh qu'ont touché les entreprises canadiennes d'électricité en 1953 était beaucoup inférieur aux prix en vigueur dans les autres pays, sauf en Norvège et, peut-être, en Afrique-du-Sud.

Le tableau 19 indique les prix de vente moyens de l'électricité, qui ont paru en partie dans le Times de Londres et en partie dans le Document EL(54)24 de l'Organisation de Coopération Economique en Europe :

TABLEAU 19

Yougoslavie	(1952)	6.1¢	le kwh
Turquie	(1949)	4.9	" "
Luxembourg	(1952)	4.3	" "
Roumanie	(1950)	3.8	" "
Pologne	(1949)	3.6	" "
Belgique	(1952)	3.4	" "
Danemark	(1951)	2.7	" "
Allemagne	(1952)	2.4	" "
France	(1952)	2.3	" "
Pays-Bas	(1952)	2.2	" "
Irlande	(1952)	2.2	" "
Autriche	(1952)	2.2	" "
Etats-Unis	(1954)	1.8	" "
Ecosse	(1951)	1.7	" "
Royaume-Uni	(1952)	1.5	" "
Suisse	(1952)	1.4	" "
Canada	(1953)	0.8	" "
Norvège	(1951)	0.4	" "

Le prix moyen de 0.45 de cent dans le Québec est à peu près le même qu'en Norvège.



Revue DES LIVRES et PÉRIODIQUES

Liste des ouvrages reçus récemment à la Bibliothèque de l'Ecole Polytechnique.

Problème de Fermat : Appel aux mathématiciens par F.-HENRI-A. BEAUVOIS. Un volume, éd. 1954, nouvelle édition revue et complétée, 9½ x 6¼, 24 pages, broché : 600 francs. Chartres, Imprimerie Durand, 9, rue Fulbert.

Une analyse originale permet d'embrasser la question dans une synthèse neuve et dont l'ampleur a, semble-t-il, bien des chances de rester longtemps inégalée. Désormais, pour a, b, m nombres naturels, m supérieur à 2, il ne s'agit plus uniquement d'établir que c ne peut être entier dans $a^m + b^m = c^m$ — ce qui est de *l'Arithmétique;* mais, d'abord, de préciser à partir de quelle valeur d'exposant m croissant par unité la fonction de puissances parfaites $B_m = (b + q)^m - b^m - a^m$, nulle ou positive pour $m = 2$, commence de croître sans fin — ce qui est de l'*Algèbre.*

Maints aperçus nouveaux, notamment sur la *descente infinie.*

On sait que la démonstration du GRAND THÉORÈME DE FERMAT est acquise désormais très largement pour tous les premiers exposants m supérieurs à 2. Or, le résultat essentiel de cette intéressante étude, c'est que les lois générales qui régissent le Problème ne souffrent d'exceptions dirimantes que pour les plus petits exposants. En fait, pour $m = 1$ et 2. La conclusion s'impose et le lecteur ne manquera pas de la tirer.

* * *

Canadians et Canadiens : Etudes sur l'Histoire et la pensée des deux Canadas par MICHEL BRUNET. Un volume, éd. 1954, 8¼ x 5½, 173 pages, broché : $2.00. Montréal, Editions Fides.

L'histoire, comme toutes les autres sciences, évolue constamment. On a même dit que chaque génération avait la tâche de réinterpréter le passé. Le Canada français n'échappe pas à cette nécessité. Ceux qui liront *CANADIANS* et *CANADIENS* : ETUDES SUR L'HISTOIRE ET LA PENSÉE DES DEUX CANADAS auront l'impression de découvrir des faits nouveaux et révélateurs sur l'histoire des deux groupes ethniques qui forment la population du pays.

M. Michel BRUNET, professeur d'histoire à l'Université de Montréal, n'est pas uniquement un historien. Il est aussi un spécialiste de la science politique. Son livre apporte des données nouvelles sur le problème fondamental de l'union canadienne : les relations interethniques. C'est pourquoi il s'intitule *CANADIANS ET CANADIENS.* L'auteur parle le langage de l'homme de science qui n'hésite pas à donner des conclusions de ses recherches et de ses observations. Son analyse de l'"impérialisme" des *CANADIANS* et de l'anti-impérialisme des Canadiens, son étude sur le centralisme fédéral, son article sur l'historien Arnold J. Toynbee, ses commentaires sur l'évolution historique contemporaine de la province de Québec et de la société canadienne-française, son précis de l'histoire des deux Canadas depuis la Conquête de 1760 soulèveront beaucoup d'intérêt. Ses points de vue et ses explications s'éloignent souvent de l'interprétation traditionnelle. Ce livre ne s'adresse pas aux indifférents. Il oblige le lecteur à s'interroger et à reviser plusieurs postulats de la pensée canadienne et *CANADIAN.*

CANADIANS ET CANADIENS est un livre dont on discutera longtemps au Canada français et au Canada anglais. Quiconque veut se tenir au courant des progrès des recherches historiques et s'intéresse à l'histoire intellectuelle de notre milieu le lira avec profit.

* * *

Bulletin de l'Association Technique Maritime et Aéronautique No. 53, session de 1954, ouvrage publié avec le concours du secrétariat à la Marine, du secrétariat d'Etat à la Marine Marchande et du Centre National de la Recherche Scientifique. Un volume, éd. 1954, 10½ x 6¾, 736 pages, relié. Paris, Association Technique Maritime et Aéronautique, 1, Boulevard Haussmann.

Vacations Abroad — Vacances à l'étranger — Vacaciones en el Extranjero : Comment passer ses "Vacances à l'étranger." L'Unesco publie la 7e édition de son répertoire international de cours d'été, voyages d'études et chantiers de volontaires. Un volume, 9½ x 6½, 179 pages, broché: 225 francs. Paris, Publication de l'Unesco, 19, Avenue Kléber.

Le nombre des personnes qui désirent prendre leur congé, en totalité ou en partie, dans un pays autre que le leur ne cesse d'augmenter chaque année. L'Unesco vient de faire paraître à leur intention la 7ème édition de son répertoire "Vacances à l'étranger". On y trouve la liste de 800 stages d'été, cours et voyages d'études, chantiers internationaux de volontaires organisés dans 64 pays.

Les possibilités de déplacement les plus variées et les activités les plus diverses s'offrent aujourd'hui aux voyageurs — Universités, mouvements de jeunesse, groupements de travailleurs et associations professionnelles ont en effet constaté que ces échanges internationaux étaient éminemment propres à servir leurs fins; quant aux participants, ils se sont rendu compte qu'ils pouvaient ainsi faire une brève expérience de caractère éducatif, tout en bénéficiant des avantages de vacances bien organisées.

"Vacances à l'étranger" se présente sous la forme d'un volume de 180 pages, contenant le maximum de renseignements utiles. Les dates, les lieux, les sujets d'étude ou toutes autres activités y sont indiqués, aussi exactement que possible. Le montant des frais de séjour est presque toujours donné et certaines précisions sont fournies, le cas échéant, sur l'aide financière que les participants peuvent obtenir des organisations qui patronnent des activités de vacances.

Bien que réduits d'ordinaire au minimum, les frais qui restent à la charge des intéressés peuvent, cependant, dépasser encore les moyens dont ils disposent. C'est pourquoi "Vacance à l'étranger" contient cette année, pour

la première fois, une section relative aux réductions sur les tarifs de transport, qui est destinée particulièrement à permettre aux jeunes de se rendre hors de leur pays aux moindres frais.

* * *

Teaching Abroad — Enseignement à l'étranger : Liste de professeurs et chargés de cours d'université désireux d'enseigner à l'étranger. Un volume, éd. 1955, 9½ x 6¼, 81 pages, broché : Paris, Publication de l'Unesco, 19, Avenue Kléber.

"Enseignement à l'étranger" comprend des notices sur environ 1.100 personnes appartenant à l'enseignement. Elle est présentée sous la forme d'une brochure de 82 pages et elle a été préparée et publiée par l'Unesco comme supplément au "Bulletin de l'Association internationale des universités" (no 7, Février 1955).

Les notices concernent les membres du personnel de l'enseignement supérieur ou de laboratoires de recherche qui sont désireux de trouver un poste pour une plus ou moins longue durée dans un pays autre que le leur. Parmi ces personnes figurent des représentants de toutes les branches de la science et du savoir à tous les degrés ainsi que des membres du personnel administratif et technique des bibliothèques, musées, laboratoires, services cliniques, etc. La table des matières comprend une centaine de chapitres répartis sous douze rubriques : Sciences sociales et politiques; sciences économiques; Droit; Théologie; Beaux Arts, architecture, musique et art dramatique; Lettres; Sciences exactes et naturelles; Sciences médicales; médecine clinique; Agronomie et médecine vétérinaire; Sciences de l'ingénieur et sciences techniques; Services administratifs; Services techniques.

La brochure comprend aussi des informations sur les personnes qui ont envoyé à l'Unesco des précisions les concernant, ainsi que sur toute personne déjà citée dans les éditions précédentes et qui recherche encore un poste d'enseignement à l'étranger. Une liste supplémentaire paraîtra au cours du second semestre de 1955. La présente brochure sera distribuée à un millier d'universités ou établissements analogues, ainsi qu'à un certain nombre d'organisations s'occupant des échanges internationaux et du placement de membres du personnel universitaire.

* * *

Progrès vers l'Unité Rationnelle : Réflexions proposées d'après les oeuvres de Descartes et d'Ampère. Chapitre V : L'AMPÈRIEN DANS LA THÉORIE CORPUSCULAIRE par RAOUL FERRIER. Un volume, éd. 1955, 9½ x 6, 203 — 264 pages, broché : 4,000 francs. Paris, Et. Ulman, dép., 12, rue Pierre Curie.

Dans ce nouvel Ouvrage où il reprend la plupart des idées déjà exposées, l'auteur envisage plus spécialement la question philosophique de la valeur du rationalisme en remontant jusqu'à une conception pythagoricienne de la nature de la matière.

Sa critique du monisme porte en particulier sur la réalité possible d'une particule fondamentale unique, ou *monon*; elle devient constructive lorsqu'elle suggère des anticipations mathématiques dont la régularisation logique offrirait une base positive pour l'apologie directe du rationalisme.

* * *

Temperature Measurement and Control part II : Catalogue of exhibits with descriptive notes by J. A. CHALDECOTT, M.Sc., A. Inst. P. (Ministry of Education — Science Museum). One book, ed. 1955, 9½ x 6, 57 pages, bound : 3s 6d net. London, Her Majesty's Stationery Office.

* * *

Parmi les belles figures de la géométrie dans l'espace (Géométrie du Tétraèdre) par VICTOR THÉBAULT. Un volume, éd. 1955, 9½ x 6¼, XI — 286 pages, broché : 2,000 francs. Paris, Librairie Vuibert.

* * *

Institut International et Supérieur d'Urbanisme Appliqué A.S.B.L. 74, rue des Palais, Bruxelles. Un volume, éd. 1954, 10 x 7½, 63 pages, cartonné : 50 francs belges. Paris, Directeur des Etudes, 78, Avenue Mozart.

* * *

La margarine peut-elle remplacer le beurre ? par PATRICK ALLEN. Service de Documentation Economique, Etude no 8. Un volume, éd. 1955, 9½ x 6¾, 88 pages, broché : $5.00 pour un abonnement à la série des 10 prochaines études. Montréal, Ecole des Hautes Etudes Commerciales.

Chapitre I : Origine et importance de la margarine dans le monde.
Chapitre II : Les Thèses en présence.
Chapitre III : Agriculture et équilibre économique au Canada.
Chapitre IV : Beurre vs Margarine au Canada.
Conclusion.

* * *

L'Anglais aux examens commerciaux du premier degré : Cours complémentaires commerciaux. Sections économiques des Collèges Techniques. Préparation aux C.A.P. et au B.E.C. 1er degré par J. ASSÉNAT, P. FERAUD et L. GRATECOS. Un volume, éd. 1955, 8½ x 5½, 167 pages, broché: Paris, Dunod (Montréal Fomac).

* * *

Eléments de Physique Industrielle à l'usage des Ecoles professionnelles et des Collèges Techniques par J. CHAPPUIS et A. JACQUET. Un volume, éd. 1949, 11e édition, 8¾ x 5¼, 338 pages, broché : 460 francs. Paris, Dunod. (Montréal Fomac).

* * *

Chimie par C. CHAUSSIN et G. HILLY. Un volume, éd. 1950, 9½ x 6, 219 pages, broché : 370 francs. Paris, Dunod (Montréal Fomac).

* * *

Exercices de Chimie par C. CHAUSSIN et G. HILLY. Un volume, éd. 1950, 9½ x 6, 124 pages, broché : 240 francs. Paris, Dunod (Montréal Fomac).

* * *

Formulaire Commercial Français — Anglais. (French — English commercial Phrase — Book), à l'usage des négociants, employés de commerce, traducteurs et élèves des écoles commerciales, par L. GILLY, H. HAWES et L.-M. BOIRIN. Un volume, éd. 1954, 5e édition, 8½ x 5¼, VI-222 pages, broché : 360 francs. Paris, Dunod (Montréal Fomac).

Eléments d'électricité industrielle (programme du 3 juillet 1939 : cours complémentaires — Collèges techniques, Ecoles Professionnelles par F. HARANG. Un volume, éd. 1948, 8¾ x 5¼, IV — 301 pages, broché : 340 francs. Paris, Dunod. (Montréal, Fomac).

* * *

Nouveau manuel pratique de conversation courante Français-Anglais par R. MACQUINGHEN. Un volume, éd. 1947, (2e édition) 7¼ x 5¼, VIII — 148 pages, broché : 170 francs. Paris, Dunod. (Montréal, Fomac).

* * *

Bâtiment par CH. MONDIN, en 2 volumes, éd. 1955. 6 x 3¾, tome I : XV — 223 pages, tome II : XIV — 248 pages, cartonné toile : $4.50 les 2 volumes. Paris, Dunod (Montréal, Fomac Limitée).

* * *

Chimie : Cours rédigé pour l'enseignement des Sciences dans les centres d'apprentissage et dans les cours

professionnels par J. NEY. Un volume, éd. 1953, 3e édition, 8½ x 5¼, VI — 118 pages, broché : 230 francs. Paris, Dunod (Montréal Fomac).

* * *

Electricité : Cours rédigé pour l'enseignement des sciences dans les centres d'apprentissage et dans les cours professionnels par J. NEY. Un volume, éd. 1953, 2e édition, 8½ x 5¼, VIII — 176 pages, broché : 300 francs. Paris, Dunod (Montréal Fomac).

* * *

* * *

Leçons d'électricité, conforme aux programmes du 3 juillet 1939 et du brevet d'enseignement industriel par J. NEY. Un volume, éd. 1951, 4e édition, 8¼ x 5, VIII — 320 pages, broché : 440 francs. Paris, Dunod (Montréal Fomac).

* * *

Précis de vente par M. BISCAYART et M. RIDEAU. Un volume, éd. 1954, 9½ x 6, 85 pages, broché : 1280 francs. Paris, Dunod (Montréal Fomac).

Cours élémentaire de Chimie Industrielle à l'usage des Ecoles professionnelles et des Collèges Techniques d'industrie par D. TOMBECK et E. GOUARD. Un volume, éd. 1950, 6e édition, 8½ x 5¼, 287 pages, 202 figures, broché : 440 francs. Paris, Dunod (Montréal Fomac).

* * *

Bulletin bibliographique de la Société des Écrivains Canadiens année 1953. Un volume, éd. 1954, 7½ x 5, 126 pages, broché: $1.00. Montréal, Editions de la Société des Ecrivains Canadiens.

* * *

Les écoles bilingues d'Ontario, par ALBERT PLANTE, S.J. **Les écoles bilingues de Sudbury,** par J. RAOUL HURTUBISE, M.D. Documents historiques no. 28. Un volume, éd. 1954, 9 x 6, 48 pages, broché. Collège du Sacré-Coeur, Sudbury, Ontario. La Société Historique du Nouvel-Ontario.

* * *

Northern Medley : An anthology of canadian verse edited by W.F. LANGFORD, M.A. One book, ed. 1954, 7½ x 4¾, 95 pages, bound: $0.90. Toronto, Longmans, Green and Co.

* * *

Parlons mieux, par ÉTIENNE LE GAL. Un volume, éd. 1953, 7¼ x 4¾, 153 pages, broché. Paris, Librairie Delagrave.

La vie Franco-Américaine 1952 — IIIe congrès de la Langue Française, le Conseil de la vie française en Amérique. Un volume, éd. 1953, 9½ x 6¼, 568 pages, broché: Manchester, New Hampshire, Imprimerie Ballard Frères, Inc.

* * *

Les applications du radar à l'astronomie et à la météorologie par J. VAN BLADEL, préface de M.P. LEJAY. Un volume, éd. 1955, 10 x 6½, 147 pages, 55 figures, broché : 1,600 francs, U.S. $4.70. Paris, Gauthier-Villars.

Les résultats les plus spectaculaires du radar ont été acquis dans le domaine des applications militaires. Depuis la guerre, cependant, les sciences physiques, et en particulier l'astronomie et la météorologie, ont utilisé le puissant outil que constitue la détection électromagnétique pour étudier le mouvement et la constitution de certains objectifs réfléchissants auxquels ces disciplines s'intéressent tout particulièrement. Mentionnons, parmi ces objectifs, les astres, les traînées de météorites, les aurores boréales et les précipitations atmosphériques. La présente monographie s'est donné pour tâche de présenter un exposé synthétique de ces applications pacifiques du radar. Elle a été rédigée dans l'espoir de satisfaire à la fois l'ingénieur radioélectricien et l'astronome ou le météorologue pour qui la technique du radar n'est pas un outil familier. Les éléments essentiels de cette technique ont été rassemblés dans un chapitre introductif, dont la lecture rendra possible la compréhension du corps de l'Ouvrage aux personnes non spécialisées dans le domaine des Télécommunications.

PRÉFACE. — AVANT-PROPOS. — CHAP. I : *Équation générale de la détection.* A. Fonctionnement d'un radar classique. B. Évaluation de la puissance d'écho à l'entrée du récepteur. C. Évaluation du seuil de sensibilité — CHAP. II : *La détection des corps célestes.* A. Section de diffusion d'une sphère opaque. B. Les échos lunaires. C. Les problèmes de l'avenir. — CHAP. III : *La détection des météorites.* A. Propriétés d'une météorite individuelle. I. Processus de diffusion de l'énergie incidente. II. Bases expérimentales de la théorie des échos de météorites. Mesures des caractéristiques d'une météorite isolée. B. Propriétés statistiques des météorites. I. Nombre d'échos perceptibles depuis une distribution de météorites donnée. II. Étude des météorites sporadiques. III. Étude des pluies de météorites. — CHAP. IV : *La détection des aurores boréales et des éclairs.* — CHAP. V : *La détection des précipitations atmosphériques.* A. Base physique du processus de formation des échos. B. Étude quantitative des précipitations atmosphériques. C. Étude qualitative des précipitations atmosphériques. D. Utilité du radar météorologique pour l'activité humaine. — CHAP. VI : *La poursuite des ballons-sondes. Conclusion. Liste des principales abréviations apparaissant dans le texte.* — BIBLIOGRAPHIE.

* * *

Cours de géométrie infinitésimale par GASTON JULIA, cinquième fascicule, géométrie infinitésimale deuxième partie : Théorie des Surfaces. (Cours de l'Ecole Polytechnique de Paris). Un volume, éd. 1955, 10 x 6½, 141 pages, broché : 2,400 francs. Paris, Gauthier-Villars.

* * *

Détermination rapide et dessin des engrenages par PIERRE AUSSANT, préface de LOUIS DANTY-LAFRANCE. Un volume, éd. 1955, 10½ x 8¼, 72 pages, 85 figures, broché : 390 francs. Paris, Gauthier-Villars.

La troisième édition de *Détermination rapide et dessin des engrenages* vient de paraître, nous n'insisterons pas sur l'intérêt que les lecteurs avaient porté aux deux précédentes éditions. Cet Ouvrage permet en effet de déterminer très rapidement et avec précision des engrenages tels que roues à vis sans fin et roues hélicoïdales à axes parallèles, perpendiculaires ou obliques, ainsi que les engrenages traditionnels droits ou coniques.

La nouvelle édition est considérablement augmentée, c'est ainsi que le lecteur y trouvera :

— les engrenages de la série horlogère;

— les engrenages coniques à denture spirale (Zerol, Spiral, Hypoïd);

— les conversions de modules américains en modules français;

— les matériaux de construction des engrenages;

— des tables de conversion de mesures anglaises.

Le langage clair de l'auteur accompagné de grilles à compléter et d'exemples permet à quiconque s'intéressant à la mécanique de donner les indications nécessaires pour fabriquer des engrenages.

Ce livre, qui est un *Guide de l'Engrenage* s'adresse aux Dessinateurs, Agents techniques, Agents de méthodes, Contremaîtres, Ouvriers et Élèves des Écoles Techniques.

* * *

Mécanismes pour mouvement intermittent par OTTO LICHTWITZ traduit de l'Anglais par F. MILSANT, préface de M.L. COUFFIGNAL. Un volume, éd. 1955, 10 x 6½, 104 pages, 49 figures, broché : 1,600 francs, U.S. $4.71. Paris, Gauthier-Villars.

Extrait de la Préface de M. Couffignal.

...Un tel travail, où les raisons des choix faits, la filiation des mécanismes, les limitations d'emploi de chacun sont rationnellement justifiées, constitue pour un bureau d'études, un ouvrage de fonds, qui ne peut vieillir.

La traduction en a été faite par M. Milsant, professeur à l'École Nationale d'Ingénieurs des Arts et Métiers de Paris; elle présente les qualités que l'on

peut attendre d'une double compétence dans la langue et dans la technique.

Avertissement de l'Auteur.

Pour transmettre un mouvement de rotation, le cas le plus habituel est celui d'un mouvement uniforme des arbres menant et mené. Cependant, les machines à usages multiples exigent un cycle régulier de mouvement et de repos. On a imaginé divers mécanismes pour communiquer un mouvement intermittent, et bien que beaucoup d'entre eux soient d'ingénieuses inventions, ils montrent souvent en même temps les défauts d'une solution systématique des problèmes envisagés. Les constructeurs perdent souvent du temps à inventer des mécanismes alors qu'il existe des solutions traditionnelles mais satisfaisantes. Le but de ce Livre n'est donc pas de compiler un choix de mécanismes, mais plutôt de se concentrer sur quelques types universels et, en général, utilisables.

Bien que l'on puisse employer les méthodes graphiques pour calculer les engrenages en question et pour déterminer leurs propriétés cinématiques, de telles méthodes ne présentent pas les possibilités offertes par une analyse mathématique. Cependant, la solution mathématique n'est pas toujours simple; dans beaucoup de cas, les fonctions sont transcendantes et certaines de ces formules ne permettent que difficilement une détermination numérique. On a donc prévu des tableaux avec de petits accroissements, de sorte qu'il est possible d'interpoler sans erreur grave les valeurs intermédiaires. Non seulement on peut gagner du temps par l'emploi de ces tables mais en réduisant les calculs de détail on peut aussi éviter de négliger l'ensemble en raison des nombreux cas particuliers; et il est plus facile de comprendre les traits essentiels du problème.

Les rares écrits sur les engrenages concernant le mouvement intermittent sont dispersés dans les revues techniques. Évidemment de telles solutions ne peuvent être valables pour l'ensemble et laissent de nombreux problèmes non résolus. Leur existence est peu connue et généralement elles ne sont pas d'un accès facile. Souhaitons que les informations contenues ici aident à combler une lacune présentée par les Ouvrages sur les engrenages à mouvement intermittent et qu'elles contribuent à élargir le champ d'application de ces mécanismes.

Ce Traité a été publié initialement dans la revue américaine *Machine Design* et dans la revue anglaise *Engineering*.

* * *

Problèmes élémentaires de physique atomique et de chimie nucléaire avec tableaux et solutions par V. CHARLES, préface de Ch. N. Martin. Un volume, éd. 1955, 10 x 6½, 145 pages, 6 figures, broché : 900 francs. Paris, Gauthier-Villars.

Les Écoles de l'Enseignement technique, les Écoles d'Ingénieurs et les Instituts scientifiques prescrivent déjà, dans leurs programmes, l'étude des notions fondamentales de ces deux importantes branches récemment introduites dans la Science et que l'on nomme : physique atomique et chimie nucléaire.

Elles ont pour objet, l'une et l'autre, dans leur discipline respective, la connaissance de l'infiniment petit : celui de l'atome et de ses constituants (grain de matière), de l'électron libre ou assujetti (grain d'électricité), du photon (grain de rayonnement ou de lumière) et du quantum (grain d'énergie).

Ils sont extrêmement nombreux, surtout parmi les étudiants, ceux qui s'intéressent à ces nouveautés : électronique, atomistique, fonctions d'ondes, structures et énergies moléculaires, propriétés spectrales, radioactivité induite, fusion, fission, réactions, bombes, etc.

Pour aborder, avec fruit, ces divers domaines et juger ainsi des immenses progrès réalisés au cours des dernières années, grâce aux concepts formulés par des savants de génie, il faut acquérir, sur la constitution discontinue de la matière, un ensemble de connaissances : règles, relations, théories et lois qui, pour ce petit univers moderne qu'est le microcosme, se présentent, en bien des points, très différentes de celles que l'on expose encore aujourd'hui dans la physique classique ou macrophysique.

Mais bien connaître une loi, c'est pouvoir exprimer, par des chiffres, tous les résultats qu'elle suggère ou prévoit. C'est pour cette raison capitale que nous présentons, dans les sept chapitres de cet Ouvrage, plus de deux cents problèmes entièrement résolus sur les principales questions que l'on peut se poser sur l'atome et sur son noyau.

On y trouvera, avec les symboles, formules, équations de dimensions et équivalences, les tableaux des corpuscules, de la conversion des unités et des radiations électromagnétiques, des exercices raisonnés : *a.* sur le nombre d'Avogrado, les constantes de Planck, Stefan-Boltzmann, Balmer, Rydberg, Wien, les effets photoélectriques et Compton et *b.* sur les relations de Millikan, Einstein, Lorentz, de Broglie, Bohr, les lois de Bragg, de Duane-Hunte, Soddy-Fajans, etc.

Un abrégé des connaissances utiles, véritable mémento, inséré au début du volume, rappelle les principes essentiels qui ont servi de base aux problèmes posés tant en physique atomique qu'en chimie nucléaire.

* * *

Sur l'électrodynamique des corps en mouvement par A. EINSTEIN traduit par M. SOLOVINE. (Collection : Les Maîtres de la Pensée Scientifique). Un volume, éd. 1955, 7 x 4½, 56 pages, broché : 300 francs. Paris, Gauthier-Villars.

* * *

Théorème sur les surfaces d'ondes en optique géométrique avec une note sur le miroir intégral par RENÉ DAMIEN, un volume, éd. 1955, 9¼ x 5½, 34 pages avec figures, broché : 900 francs, U.S. $2.66. Paris, Gauthier-Villars.

L'objet de l'Ouvrage est la démonstration et le développement des conséquences du théorème suivant :

Si la surface d'onde de chemin optique nul pour les rayons issus d'un point S après réfraction sur une surface g, séparant deux milieux d'indices n_1 et n_2, est une surface h, la surface g' inverse de g par rapport à S avec la puissance k sera la surface d'onde de chemin optique nul pour les rayons issus de S et réfractés sur la surface h' inverse avec la puissance k de h par rapport à S.

Ce théorème est d'abord démontré dans le plan dans le cas de la réflexion et dans celui de la réfraction, puis dans l'espace.

Ce théorème est ensuite appliqué successivement à la réflexion sur la circonférence, sur la cardioïde, sur l'hyperbole équilatère, sur la spirale hyperbolique, puis à la réfraction sur un plan, sur une circonférence.

On aboutit en particulier au théorème suivant :

A l'ovale de Descartes de foyers U, V, W, correspondent trois circonférences de centre commun O et de rayons égaux à R, $\frac{R}{n}$, $\frac{h}{n}$ (h = UO) qui, prises deux à deux, déterminent trois lentilles, qui pour des indices de réfraction déterminés, ont toutes trois pour points stigmatiques deux des points U, V, W.

On étudie ensuite l'emploi général de théorème fondamental. Cet emploi revient en définitive à la résolution d'équations aux dérivées partielles.

On étudie en particulier par ces méthodes la réfraction sur la spirale tractrice et la développante de cercle et sur la parabole et son inverse.

Une note à la fin de l'étude se rapporte à un profil de miroir tel que tous les rayons issus d'un point S se trouvent, en définitive, rassemblés dans un cône de sommet S. Ce profil peut servir à la construction de phares non éblouissants.

* * *

Théorie mathématique du bridge à la portée de tous par ÉMILE BOREL et ANDRÉ CHÉRON. (Monographies des probabilités, fascicule V). Un volume éd. 1955, 2e édition revue et corrigée, 10 x 6½, 414 pages, comprenant environ 4000 probabilités et 148 tableaux, broché : 2,200 francs, U.S. $6.48. Paris, Gauthier-Villars.

Table des Matières.

CHAP. I : *Sur le battage des cartes* (p. 4 à 33, 2 tableaux). Le calcul des probabilités ne s'applique qu'à un jeu bien battu. Conséquences d'un mauvais battage. Facile contrôle expérimental. — CHAP. II : *La distribution des cartes après la donne* (p. 34 à 82, 20 tableaux). Aucun des 4 jeux n'est connu. Nombres des combinaisons. Probabilités des mains et des côtés, des bicolores (mains et côtés), des donnes, des accidents, des répartitions : A, R, D, V, etc. — CHAP. III : *La phase des déclarations* (p. 83 à 140, 33 tableaux). Chaque joueur connaît une seule main : la sienne. Probabilités des répartitions, des accidents, chez 1, 2 ou 3 mains cachées. Espoir dans le mort (atouts, hautes cartes, etc.). Accouplements des mains. Honneurs et mains nulles. Valeur défensive des honneurs ou de leurs combinaisons. Danger des entames : de l'as et sous l'as, sous le roi ou sous la dame, du roi avec R, D, etc. — CHAP. IV : *Le jeu de la carte* (p. 141 à 208, 59 tableaux). Chaque joueur connaît 2 mains : la sienne et le mort. Répartitions d'une ou deux couleurs entre les mains cachées, honneur Nième, lois. Variations des probabilités en cours de jeu. Loi d'attraction, etc. — CHAP. V : *Les règles de la marque et la meilleure ligne de jeu* (p. 209 à 253, 7 tableaux). Meilleure ligne de jeu : définition. Espérance mathématique. Valeur des manches. Risque ou sécurité, etc. — DIX NOTES (p. 254 à 413, 28 tableaux). NOTE I : Compléments théoriques sur le battage des cartes. — NOTE II : Dénombrement des permutations d'une donne. — NOTE III : Probabilités virtuelles. — NOTE IV : Remarques sur le jeu de la carte. — NOTE V : Sur les équipes de force inégale. — NOTE VI : Sur la variation des probabilités au cours du jeu. — NOTE VII : Complément à la méthode des coefficients. — NOTE VIII : Deux erreurs de raisonnement à éviter. La formule de Bayes. — NOTE IX : Comment on analyse un problème d'impasse. — NOTE X : Applications pratiques de la formule de Bayes. Cette note de 31 pages, qui ne figurait pas dans l'édition 1940, résout d'importants problèmes pratiques du jeu de la carte. Les joueurs y trouveront l'explication claire de jeux troublants et semblant paradoxaux, ce qui enrichira leur technique; et des modèles de raisonnements aidant à résoudre tous les problèmes analogues. Ils verront que le domaine psychologique, dans les ténèbres duquel les joueurs croient trouver un refuge contre les calculs du mathématicien et l'atteinte qu'il porte à leur liberté, n'échappe pas à sa souveraine emprise, et que la formule de Bayes tient compte de leurs plus subtils et insidieux comportements au jeu.

* * *

L'Aéronautique en 1955 : numéro spécial de la Technique Moderne de juin 1955. Un volume, éd. 1955, 12½ x 9½, 80 pages illustrées, broché : 560 francs ou $4.00. Paris, Dunod. (Montréal, Fomac).

Comme elle le fait habituellement, au moment du Salon de l'Aéronautique, LA TECHNIQUE MODERNE (1) vient de publier une importante livraison spécialement consacrée à la Construction aéronautique.

Dans une série d'articles rédigés par des spécialistes qualifiés, sont étudiés les types les plus récents des avions, hydravions, hélicoptères et engins spéciaux, les moteurs et réacteurs les plus modernes, construits en France et à l'étranger, ainsi que les matériaux et les techniques de construction, l'usinage et les essais, la réparation et l'entretien des engins propulseurs. Les problèmes à l'ordre du jour, tels que la pressurisation des cabines ou le décollage vertical, sont également examinés.

Ce numéro sera lu avec profit par les ingénieurs et techniciens des entreprises de construction aéronautique, des industries métallurgiques et mécaniques, par les officiers et le personnel navigant de l'aviation civile et militaire, ainsi que par tout lecteur qui suit avec intérêt l'évolution et les progrès de cette importante industrie.

* * *

Aviation English : méthode d'Anglais à l'usage des personnels de l'Aéronautique militaire et civile et des exploitants des transmissions par S. HUMBERT, 2 volumes, éd. 1955, 9½ x 6, tome I, 256 pages; tome II, 223 pages, broché : $2.65 chacun. Paris, Dunod. (Montréal, Fomac).

* * *

Etude thermique des écoulements d'air raréfié en régime moléculaire libre par F. MARCEL DEVIENNE **(Publications Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Air** notes techniques no 55). Un volume éd. 1955, 10¾ x 7, 28 pages, broché : 400 francs. Paris, au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

* * *

Nouveaux compléments d'hydraulique deuxième partie par le professeur L'ESCANDE préface C. Camichel. **(Publications Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Air no 302).** Un volume, éd. 1955, 10¾ x 7, 274 pages, broché : 2,400 francs. Paris, au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

* * *

Sensitiométrie photographique par MAURICE ROULLEAU, préface de Armand de Gramont. **(Publications Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Air** no 301). Un volume, éd. 1955, 10¾ x 7, 194 pages broché : 1,400 francs. Paris, au Service de Documentation et d'Information Technique de l'Aéronautique.

* * *

American Heritage : The magazine of History, October 1955, Volume VI, Number 6. One book, ed. 1955, 11¼ x 8¾, 112 pages ill. bound $2.95 each or subscription price : $12.00 a year. American Heritage, 551 Fifth Avenue, New York 17, N.Y. U.S.A.

* * *

Annuaire hydrologique de la France Année 1953. Un volume, éd. 1955, 11 x 7¼, 190 pages, cartes, graphiques et tableaux, broché : 2,000 francs. Paris, Société Hydrotechnique de France, 199 rue de Grenelle.

* * *

Colloque sur l'analyse statistique tenu à Bruxelles les 15, 16 et 17 décembre 1954. ((Centre Belge de Recherches Mathématiques). Un volume, éd. 1955, 10 x 6½, 192 pages, broché : 1,900 francs français. Liège, George Thone. Paris, Masson & Cie.

Les applications du Calcul des Probabilités ont fait l'objet, depuis un demi-siècle, de nombreuses recherches. Il a semblé opportun au **Centre Belge de Recherches Mathématiques** d'organiser un Colloque sur l'Analyse statistique, constituant en quelque sorte une mise au point de questions à l'ordre du jour dans ce domaine.

Des savants éminents : MM. G. Darmois, de Finetti, van Dantzig, Bartlett, Blanc-Lapierre, Dugué et Hemelrijk ont fait des exposés substantiels sur des questions importantes qui ont fait dans ces derniers temps l'objet de leurs recherches.

La contribution belge, apportée par Mlle Huyberechts et MM. Gillis, Francks et Breny, montre que dans le pays d'Adolphe Quetelet, la statistique est toujours en honneur.

Le lecteur trouvera dans ce volume, non seulement l'exposé de méthodes d'investigation importantes, mais encore de précieuses indications sur les questions qui restent à résoudre.

* * *

Etude et calcul des structures en alliages légers par J. REINHOLD et les Services Techniques de **l'Aluminium Français.** Un volume, éd. 1955, 9¾ x 6½, 264 pages, 108 figures, 42 tableaux, relié : 3,875 francs. Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger.

L'emploi de l'aluminium et de ses alliages est envisagé, tantôt parce que ces métaux permettent de construire des structures résistantes et légères, tantôt parce qu'ils se comportent mieux que d'autres matériaux en présence de certains produits chimiques ou vis-à-vis d'atmosphères réputées corrosives; tantôt c'est leur conductibilité électrique ou calorifique, ou bien leur pouvoir réflecteur à l'état poli qui est utilisé. Souvent, plusieurs caractéristiques favorables sont simultanément mises à profit.

Que ce soit pour établir un avant-projet permettant d'apprécier l'intérêt économique des solutions envisagées ou pour préciser les dessins d'exécution, les ingénieurs et techniciens sont appelés à dimensionner les structures en métal léger, compte tenu des efforts qu'elles auront à supporter.

Cet ouvrage a pour objet de faciliter les tâches des Bureaux d'Etudes, en indiquant les méthodes de calcul qui peuvent être utilisées, et en fournissant les données technologiques dont il faut tenir compte pour que les ateliers puissent ensuite travailler dans les meilleures conditions de prix de revient.

Les Lois de la Pensée : "Clartés" encyclopédie pratique du savoir moderne. Un volume éd. 1954, 9¾ x 7¾, pp 16001-16275, reliure spéciale (feuillets mobiles). Paris, Clartés, 131, Boulevard Saint-Germain, Montréal, Techniques Françaises Enrg., 5820 rue Hutchison.

Sommaire :

Philosophie de la Pensée
Dr Robert Mollon et Jean Ruaud.
Le Langage
Roger Burnouf, Pierre Ledrux, Jean Ruaud.
Logique
Dominique Durable.
Mathématiques
Georges Bouligand, Pierre Costabel, Maurice Fréchet, Pierre Sergescu, René Taton.
Les Arts et la Pensée
Guy Ferchault.
Croyances et Religions
Gustave Welter.
Philosophies et Doctrines
Paul Bazan.

Le Loup de Lafontaine par THOMAS MARCHILDON, ptre. (Documents historiques no 29). Une brochure, éd. 1955, 9¼ x 6, 39 pages. La Société Historique du Nouvel-Ontario, Collège du Sacré-Coeur, Sudbury, Ontario.

Liste des périodiques traitant de fonderie, de métallurgie et de soudure, reçus régulièrement à la bibliothèque de l'École Polytechnique

Aciers fins et spéciaux français
Acta Metallurgica
A S M Review of Metal Literature
Blast Furnace and Steel Plant
Bulletin de Documentation de la Soudure et des Techniques connexes
Canadian Metals
Corrosion
Cuivre — Laitons — Alliages
Fonderie
Foundry
Galvano — La Surface métallique
Iron Age
Iron and Steel Engineer
Journal of the Electrochemical Society
Journal du Four électrique et des Industries électrochimiques
Journal d'Informations techniques des Industries de la Fonderie
Journal of the Institute of Metals with the Bulletin and Metallurgical Abstracts
Journal of the Iron and Steel Institute
Journal of Metals
Magazine of Magnesium
Materials and Methods
Metal Progress
Metals Review
Metal Treating
Metallurgia
Métallurgie (La)
Métaux — Corrosion — Industries
Modern Casting and American Foundryman
Modern Metals
Nickel Bulletin
Nickel News and Topics
Nickelsworth
Rem-Cru Titanium Review
Revue de l'Air liquide
Revue de l'Aluminium
Revue de Métallurgie
Revue du Nickel
Revue de la Soudure Lastijdschrift
Sécheron — Revue de Soudure
S I M La Documentation métallurgique
Soudage et Techniques connexes
Steel Processing
Tin and Its Uses
Tin Research Institute
Transactions of the American Foundryman's Association
Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers — Metals Branch
Transactions of the Canadian Institute of Mining and Metallurgy and of the Mining Society of Nova Scotia
Zn — Journal of the American Zinc Institute
Transactions of the American Society for Metals
Welding Journal

SURVEYER, NENNIGER & CHÊNEVERT
INGÉNIEURS CONSEILS

CHAMBRE 1012
ÉDIFICE KEEFER

MONTRÉAL

UN. 6-7721

ARTHUR SURVEYER, D. Eng. *E. NENNIGER, Ing. P.* *J. G. CHÊNEVERT, Ing. P.*

Vie DE L'ÉCOLE

Visite de Monseigneur le Recteur à l'Ecole Polytechnique

Le 13 décembre, dans l'après-midi, Mgr Irénée Lussier, P.D., nommé comme on le sait l'été dernier recteur de l'Université comme successeur à Mgr Olivier Maurault, P.Q., a fait sa visite officielle à l'Ecole Polytechnique. Il était accompagné du Secrétaire général de l'Université, Me Marc Jarry, nommé à ce poste lui aussi durant l'été.

Mgr le Recteur, quelque temps après sa nomination, avait exprimé aux doyens le désir d'entrer lui-même en contact intime avec les diverses facultés, et le Conseil académique de l'Ecole Polytechnique s'était empressé de répondre à son désir. Monseigneur fut donc reçu par ce Conseil et, après quelques mots de bienvenue de la part du Directeur et une aimable réponse du Recteur, Mgr Lussier et M. Jarry ont procédé à la visite de nos départements, en compagnie du Directeur et de M. Ignace Brouillet, Président de la Corporation.

La date de la visite avait été choisie de façon à ce que nos visiteurs puissent voir les étudiants à l'oeuvre dans nos nombreux laboratoires. Ils ont ainsi pu se rendre compte du fonctionnement de notre enseignement dans divers départements. Dans d'autres cas les professeurs avaient préparé des expériences et des démonstrations qui les ont vivement intéressés. L'après-midi s'est terminé au bureau du Directeur où on a examiné entre autres choses les plans du nouvel édifice de l'Ecole Polytechnique.

Mgr Lussier et M. Jarry sont, par les clauses de la nouvelle charte de l'Ecole Polytechnique, membres du Conseil de notre Corporation. S'ils ont été reçus officiellement, à titre de membres de l'Université de Montréal, ils n'en ont pas pour cela négligé de se considérer comme des membres de notre famille à leur titre d'administrateur de notre institution. Nous leur savons gré d'être venus nous voir et d'avoir manifesté ainsi leur attachement à l'Ecole Polytechnique.

Cinquante ans à Polytechnique

Un demi-siècle au service d'une institution est un fait qui n'est pas fréquent et qui mérite d'être souligné.

Le 5 décembre 1955 avait lieu, à l'Ecole Polytechnique, une réunion tout à fait charmante et groupant le personnel administratif et enseignant, pour marquer le 50ème anniversaire de l'entrée de monsieur Joseph Mailloux au service de l'Ecole.

Au cours de cette réunion monsieur Henri Gaudefroy, le directeur, s'exprima dans les termes suivants :

"Il y a de cela bientôt six ans, nous étions réunis comme aujourd'hui autour de monsieur Mailloux. Vous vous rappelez tous, sans doute, de la circonstance; il avait décidé de faire, pour la deuxième fois, un pas dans la vie, que la plupart d'entre nous ne font qu'une fois et que certains ne font pas du tout. C'était alors son acte de récidive que nous avions voulu marquer.

"Aujourd'hui, c'est différent, Monsieur Mailloux ne récidive pas. Ce n'est pas lui qui, par ses actes, occasionne la manifestation qui se déroule en ce moment. C'est le temps qui parle et nous convoque, apparemment à son insu, car monsieur Mailloux ne semble vraiment pas affecté du poids des années de sa carrière.

"Il y a cinquante ans aujourd'hui en effet, jour pour jour, monsieur Mailloux entrait au service de l'Ecole Polytechnique. C'est un accomplissement que nous ne pouvions passer sous silence, et l'empressement avec lequel vous avez, tous et toutes, répondu à l'appel du temps est une preuve on ne peut plus tangible de l'estime dans lequel vous portez notre jubilaire. Cet hommage qui lui est rendu par le personnel de Polytechnique en 1955, aurait pu de la même façon lui être rendu en n'importe quelle année de sa carrière, car tous ceux qui ont eu à prendre contact avec lui depuis cinquante ans ont eu, tout aussi bien que nous, l'occasion d'apprécier ses loyaux services.

M. Joseph Mailloux reçoit des mains du président de la corporation de l'Ecole Polytechnique, M. Ignace Brouillet, une montre en souvenir de ses 50 ans de service. A gauche, le directeur de l'Ecole, M. Henri Gaudefroy.

"Nous représentons donc à vos yeux, cher monsieur Mailloux, le passé aussi bien que le présent. Vous pouvez voir en ma personne, non seulement, le septième directeur, mais aussi le premier, celui qui vous engagea, ainsi que ses successeurs, et faire le joint de la même façon, à tous les échelons. J'aimerais pouvoir en ce moment faire défiler dans votre esprit cette multitude de professeurs, de collaborateurs et d'étudiants pour qui, avec qui vous avez si assidûment travaillé. Ils auraient tous et chacun, j'en suis sûr, pris leur part du témoignage que nous vous rendons cet après-midi. Les circonstances font que ce soit à moi, qui ne vous connais que depuis vingt-six ans, qu'il revienne de vous exprimer nos très sincères félicitations pour avoir atteint une aussi vénérable distinction aujourd'hui, sans pour cela avoir perdu, autant que vous pourriez le prétendre, de votre énergie, de votre enthousiasme, de votre intérêt et de votre sérénité, pour ne pas dire de votre jeunesse. Et si en 1955, vous vous attaquez encore avec autant d'ardeur à votre besogne journalière, je m'explique un peu comment, pendant près de dix ans, vous constituiez à vous seul tout le personnel attaché à la direction ! Et le colonel Balète et monsieur Fyen n'étaient pas des militaires pour rien ! j'imagine.

"Cher monsieur Mailloux, nous avons voulu qu'il vous reste de cette journée un souvenir plus tangible que des paroles et des sentiments. Je vous demanderais donc, au nom de tout notre personnel, de bien vouloir accepter, des mains de notre Président, et avec nos félicitations et nos meilleurs voeux, une montre qui, nous le souhaitons, marquera le temps pour vous pendant de longues années encore . . . Elle est garantie pour au moins cinquante ans."

A la suite de cette présentation un vin d'honneur fut servi au cours duquel le jubilaire se laissa aimablement questionner sur les différents événements qui se sont déroulés pendant cette période de cinquante années.

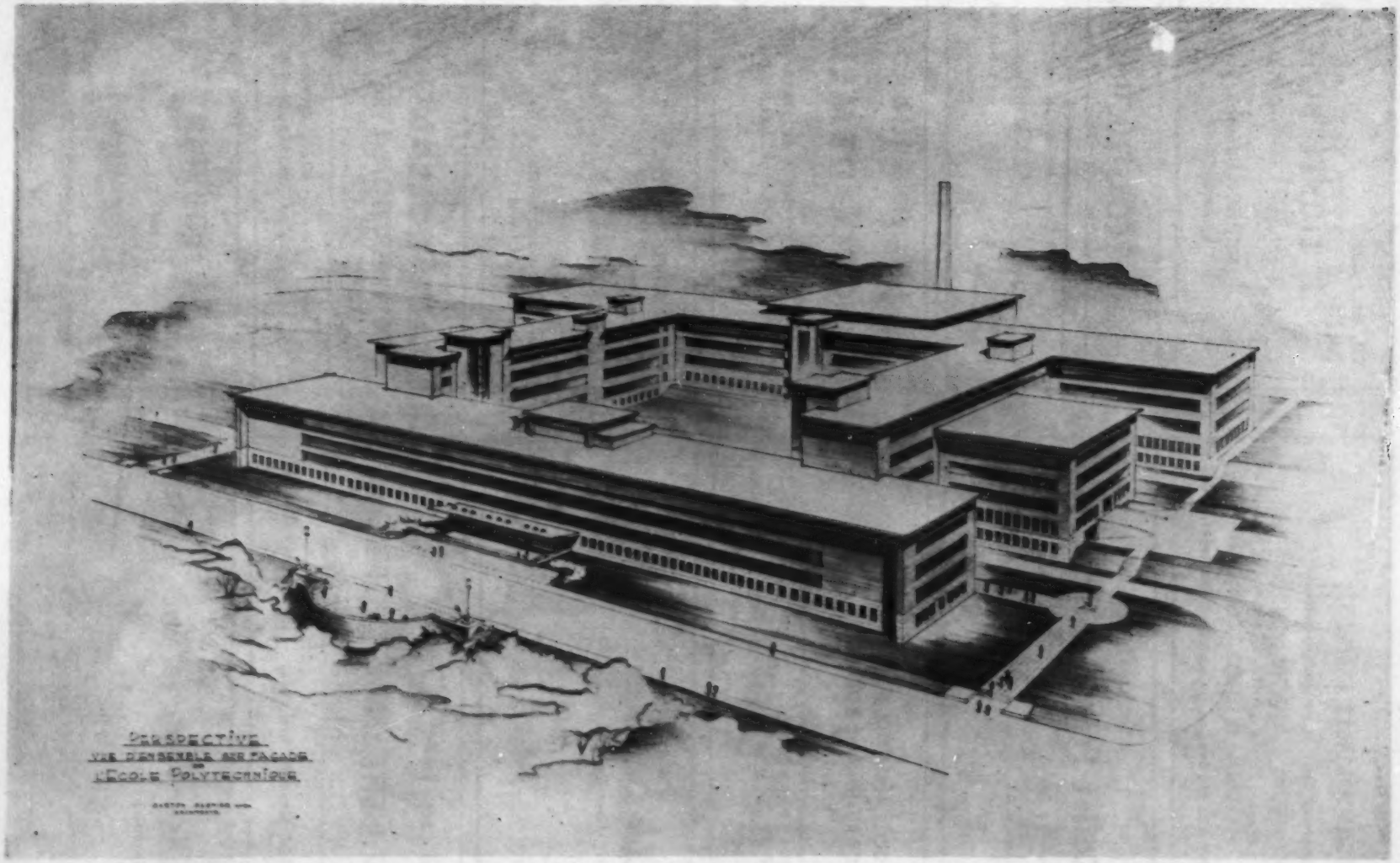
Ce n'est pas sans une certaine émotion qu'il nous rappela les qualités . . . et aussi quelques mignons défauts des premiers directeurs sous lesquels il a servi, du colonel Balète, de monsieur Alfred Fyen.

A l'époque de son entrée au service de l'Ecole, il y avait tout au plus 90 étudiants suivant les cours et, comme il n'y avait pas d'ascenseur, il lui fallait, au commencement de chaque heure de cours monter et descendre l'escalier qui desservait les quatre étages de l'immeuble nouvellement construit. Car il devait remettre aux différents professeurs, avant le cours, le carnet que lui confiait le colonel Balète et dans lequel était inscrit le nom de l'étudiant qui devait être questionné ce jour là : c'était le temps des examens surprise ! Il lui fallait de plus être très ponctuel comme chronométreur car c'est à son signal que commençait ou se terminait chaque heure de cours. A chaque jour il lui était nécessaire d'aller chercher le courrier au bureau de poste principal, sur la rue St-Jacques, et les moyens de transport du temps étaient loin de ressembler à ceux de nos jours.

Monsieur Mailloux se rappelle aussi qu'en 1914, au commencement de la première guerre mondiale, il dût pratiquement assumer les fonctions de directeur des études jusqu'à l'arrivée, en novembre, de monsieur Alfred Fyen qui était à ce moment en Allemagne d'où il ne put sortir qu'avec beaucoup de difficultés.

De toute cette période, monsieur Mailloux garde un souvenir ému et attribue au travail de ces cinquante années le secret d'une santé qui l'a gardé jeune.

PROJET DE CONSTRUCTION



Dans le numéro précédent de L'INGÉNIEUR, nous laissions entendre qu'il contenait une vignette montrant l'aspect général de la nouvelle École Polytechnique. Par inadvertance, cette vignette n'a pas été publiée. Elle est reproduite ci-dessus

LUCIEN BÉLANGER & ASSOCIÉS

Ingénieurs Conseils en Administration

Tél. : CA. 7152

Expertises industrielles et commerciales administration, production, vente, personnel.

781, Ave Rockland, Outremont, Montréal 8, Qué.

Tél. Bur. : 3-8005 Tél. Rés. : 7-1063

J. LIONEL BIZIER

INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR

801, rue St-Joseph, Est
QUÉBEC.

Collet Frères Limitée

Constructeurs

1978 rue Parthenais,
MONTRÉAL, Qué.

SOUTH SHORE CONSTRUCTION RIVE SUD INC.

2260 Des Carrières, Montréal
CA. 2233

G. GINGRAS, Ing. P., Président
R. GINGRAS, Ing. P., Gérant

CÔTÉ, LEMIEUX, CARIGNAN et BOURQUE

Ingénieurs Professionnels et Arpenteurs-Géomètres

Case Postale 659 — Sherbrooke

Téléphone : 5-5123

GEO. DEMERS

INGÉNIEUR CONSEIL

INGÉNIEURS ADJOINTS :
Phil. Lemieux — Jacques Roy

71 rue St-Pierre, Québec.

Léo Dufresne

Ingénieur Conseil

951, rue St-Cyrille
QUÉBEC, Qué.

CHARLES-ED. GRAVEL

Ingénieur-Conseil

J. Chagnon, Ing. P.
B. Faucher, Ing. P.
P. Laforest, Ing. P.
A. Lavoie, Ing. P.

TRAVAUX MUNICIPAUX

Spécialité : Usine de filtration, Usine d'épuration

Bureau : 3717 BOUL. LÉVESQUE
Tél. : MU. 1-4848

ABORD-À-PLOUFFE
MONTRÉAL 9

Tél. : MU. 3-3458

PIETTE, AUDY & LEPINAY

Ingénieurs-conseils

1134 Chemin St-Louis, Sillery, Québec

PAUL ROLLAND CONSTRUCTION LTÉE

Ingénieurs et Constructeurs

6745, Avenue Monkland
MONTRÉAL • EL. 7386

Maurice Royer

Ingénieur Conseil

831, ouest rue St-Cyrille
QUÉBEC (6), Qué.

PAUL TOURIGNY

Ingénieur Conseil

PL. 6960
1285, rue St-André
MONTRÉAL 24

ARMAND SICOTTE & FILS LIMITÉE

Armand Sicotte, Po. 08 | *Bernard Sicotte, Po. 44*
Jean Sicotte, Po. 40 | *Guy Sicotte, Po. 48*

Entrepreneurs Généraux
MONTRÉAL

GLenview 6195

J. A. Beauchemin & Associés

Ingénieurs conseils

1610, O., Sherbrooke — Montréal-25

Pour votre

LABORATOIRE

- Appareils
- Verreries
- Réactifs

Adressez-vous à

CANADIAN LABORATORY SUPPLIES LIMITED

403 ouest, rue St-Paul
Montréal, P.Q.

3701 Dundas St. West
Toronto, Ont.

288, William St. Winnipeg, Man.

JEAN DOUCET, Ing. P.
sec.-trés.

AUGUSTE DOUCET
prés.

DOUCET & DOUCET LIMITÉE

ENTREPRENEURS

PLOMBERIE — CHAUFFAGE

1640 rue North, coin Rockland — GR. 9364

BEPCO CANADA LIMITED

LEFRANÇOIS & LAFLAMME
Ingénieurs conseils

CHAUFFAGE — PLOMBERIE — VENTILATION
ÉLECTRICITÉ — AIR CLIMATISÉ

2168 est, rue Mt-Royal LA. 3-5621

Gérard-O. Beaulieu Ing P., B. Sc. A.,
Chargé du cours de ponts à Polytechnique.
Marc-R. Trudeau, Ing. P., B. Sc. A.,
Chargé du cours de structures à Polytechnique.
Robert Dubuc, Ing.P., B.Sc.A.,
J.-René Lalancette, Ing.P., B.Sc.A.
Pierre-G. Beaulieu, Ing.P., B.Sc.A.,
Chargé du cours de constructions métalliques à Polytechnique.

BEAULIEU, TRUDEAU, DUBUC, LALANCETTE & BEAULIEU
Ingénieurs conseils
SPÉCIALISTES EN CHARPENTES
Bâtisses religieuses, civiles et industrielles
Ponts, viaducs, tunnels, réservoirs et piscines
4151 ouest, rue Sherbrooke, Montréal GL. 6185

COMMERCIAL and INDUSTRIAL VENTILATION Ltd.
1065 rue Papineau,
MONTRÉAL

Lalonde, Girouard & Letendre
Ingénieurs conseils

7379, rue Saint-Hubert — Tél. CR. 4111
MONTRÉAL, QUÉ.

Qui donne au Fonds,
PRÊTE AUX ÉTUDIANTS!

Fonds du

75e ANNIVERSAIRE

Souscrivons généreusement

"Qui donne au Fonds prête aux étudiants"

Pour tout ce qui regarde vos problèmes électro-techniques

FAITES CONFIANCE A NOS EXPERTS

... vous vous éviterez ainsi une foule d'ennuis.

Electrical Mfg. Co. Ltd.
Montmagny, P.Q.

CLAUDE ROUSSEAU, président.
Bureau à Montréal
Tél. TU. 4881

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

Facultés et Ecoles constituantes

Théologie — Droit — Médecine et enseignement connexe : Institut de diététique et de nutrition, Ecole de technologie médicale et Ecole des infirmières — Philosophie et les Instituts d'études médiévales et de psychologie — Lettres — Sciences — Chirurgie dentaire — Pharmacie — Sciences sociales, économiques et politiques — Ecole d'hygiène — Arts — Musique.

Ecoles affiliées

Polytechnique — Médecine vétérinaire — Institut agricole d'Oka — Hautes Etudes commerciales — Optométrie — Institut Marguerite d'Youville — Ecole normale secondaire — Institut pédagogique C.D.N. — Institut pédagogique St-Georges — Institut de pédagogie familiale.

EXTENSION DE L'ENSEIGNEMENT

Cours du soir conduisant au B.A. et B.Sc.

Prospectus des autres cours, sur demande.

Tél. : RE.8-9451, poste 46 ou RE. 8-7057

Pour tout renseignement, s'adresser au

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL

Case postale 6128, Montréal 2

RE. 8-9451 — Poste 77

Labrecque, Labrecque & Gagnon

INGÉNIEURS CONSEILS

HENRI LABRECQUE,
B.Sc.A., Ing. P.

ANDRÉ LABRECQUE,
B.Sc.A., Ing. P.

LUC GAGNON,
B.Sc.A., Ing. P., A.G.

10 ouest, rue ST-JACQUES, SUITE 604
MONTRÉAL — AV. 8-1246 — AV. 8-1247

BÉTON ARMÉ
TRAVAUX PUBLICS
ÉVALUATION
ARPENTAGE

Voyez LaSalle pour

PRODUITS INDUSTRIELS
FIBERGLAS

Le merveilleux produit de fibre de verre aux 101 usages

ISOLANTS FIBERGLAS pour

TUYAUX • BOUILLOIRES • ENTREPOTS
FRIGORIFIQUES • TOITURES • CONDUITS
• CONSTRUCTION DOMESTIQUE •
FILTRES A AIR "DUST STOP"

*Marque déposée

LASALLE
BUILDERS SUPPLY LIMITÉE

1F1

***Montréal:* 159 rue Jean-Talon O. CA. 5721**
***Québec:* 80, avenue des Erables MU. 3-4906**

BREVETS D'INVENTION
MARQUES DE COMMERCE
DROITS D'AUTEUR

En tous pays

MARION & MARION
ROBIC & BASTIEN

Fondée en 1892

1510, rue Drummond, Montréal 25

R. Riopelle, Ing. P. *Vice-Président*
L. Dufresne, Ing. P. *Directeur*

D. Gendron, T.D.
P. Dorval, T.D.
G. Villeneuve, T.D.

METROPOLE ELECTRIC INC.

Entrepreneurs-Electriciens

L. E. DANSEREAU, Prés.

MONTRÉAL — QUÉBEC — OTTAWA

ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

affiliée à l'Université de Montréal

TROIS ANNÉES D'ÉTUDES

OUVERTURE DES COURS :
le deuxième mardi de septembre.

DEUX ANNÉES DE FORMATION ÉCONOMIQUE ET COMMERCIALE GÉNÉRALE
UNE ANNÉE DE SPÉCIALISATION

Section générale des affaires — Section économique
Section comptable — Section des sciences actuarielles

PROGRAMME SPÉCIAL POUR LES INGÉNIEURS, AVOCATS, NOTAIRES ET AGRONOMES

Demandez notre prospectus

535 ave Viger, Montréal

Table analytique des matières
Année 1955

(Le premier chiffre désigne le numéro de la revue, le second chiffre le numéro de la page.)

CONSTRUCTION

Deux ponts précontraints à Ottawa, par *H. P. Kaegi* 164 11
Une réalisation en béton précontraint, par *R. Martineau* 161 25

DYNAMIQUE DES GAZ

Theory of Constant - Pressure - Ejector Thrust Augmenter, by *B. Szczeniowski* 163 19

ÉLECTRICITÉ

Aménagement hydroélectrique de Bersimis, par *Y. de Guise* 163 11
Au Pays des Petits Bâtons 163 31
L'énergie électrique au Canada, par *H. Massue* 164 29

GÉNIE MUNICIPAL

L'estimation foncière municipale et la valeur réelle, par *C.-R. Godin* 163 35

HYGIÈNE PUBLIQUE

Pollution de la rivière Ottawa et de ses principaux tributaires, par *L. Piché* 162 25

MATHÉMATIQUES

Exposé sommaire des méthodes de relaxation, par *F. Meunier* 161 33

MINES ET MÉTALLURGIE

La filtration sous vide des schlamms de charbon, par *G. Simon et A. Pinçon* 164 15
Le titane, par *A. Choquet* 162 11

PROFESSION DE L'INGÉNIEUR

La profession d'ingénieur, par *R.-P. Langlois* 161 37
Les responsabilités de l'ingénieur, par *S.E. le cardinal P.-E. Léger* 161 13

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Résistance à la fatigue des poutres d'acier aux températures normales et basses, par *J. Dubuc, T.-A. Monti et G. Welter* 164 21

REVUE DES LIVRES

161 (49), 162 (55), 163 (49), 164 (37)

TRAVAUX PUBLICS

La canalisation du St-Laurent, par *H. Massue* 161 17
Nouvelle conduite d'adduction à Québec, par *G. Demers* 162 21

VIE DE L'ASSOCIATION

161 (43), 162 (53), 163 (47)

VIE DE L'ÉCOLE

161 (41), 162 (45), 163 (41), 164 (43)

Table par noms d'auteurs

(Le premier chiffre désigne le numéro de la revue, le second chiffre le numéro de la page.)

CHOQUET, A.
Le titane 162 11

DEMERS, G.
Nouvelle conduite d'adduction à Québec 162 21

DUBUC, J., en collaboration avec T.-A. Monti et G. Welter
Résistance à la fatigue des poutres d'acier aux températures normales et basses 164 21

GODIN, C.-R.
L'estimation foncière municipale et la valeur réelle 163 35

de GUISE, Y.
Aménagement hydroélectrique de Bersimis 163 11

KAEGI, H.-P.
Deux ponts précontraints à Ottawa 164 11

LANGLOIS, R.-P.
La profession d'ingénieur 161 37

LÉGER, S. E. le cardinal P.-E.
Les responsabilités de l'ingénieur 161 13

MARTINEAU, R.
Une réalisation en béton précontraint 161 25

MASSUE, H.
La canalisation du St-Laurent 161 17

L'énergie électrique au Canada 164 29

MEUNIER, F.
Exposé sommaire des méthodes de relaxation 161 33

MONTI, T.-A., en collaboration avec J. Dubuc et G. Welter
Résistance à la fatigue des poutres d'acier aux températures normales et basses 164 21

PICHÉ, L.
Pollution de la rivière Ottawa et de ses principaux tributaires 162 25

PINÇON, A., en collaboration avec G. Simon
La filtration sous vide des schlamms de charbon 164 15

SIMON, G., en collaboration avec A. Pinçon
La filtration sous vide des schlamms de charbon 164 15

SZCZENIOWSKI, B.
Theory of Constant-Pressure-Ejector Thrust Augmenter 163 19

WELTER, G., en collaboration avec J. Dubuc et T.-A. Monti
Résistance à la fatigue des poutres d'acier aux températures normales et basses 164 21

Index des Annonceurs

— B —

Beauchemin (J.A.) & Associés, ing. conseils 47
Beaulieu, Trudeau & Cie, ing. conseils 48
Bégin, Charland & Valiquette 2
B.G.L., Ingénieurs & Constructeurs, Ltée 7
Bélanger, (Lucien) 46
Bepco Canada Limited 47
Bizier, (Lionel), ing. constructeur 46
Buanderie Home Family 5

— C —

Canadian General Electric Co. Ltd. 6
Canadian Laboratory Supplies 47
Collet Frères Ltée 46
Commercial & Industrial Ventilation Ltd. 48
Construction Rive Sud 46
Côté, Lemieux, Carignan & Bourque 46

— D —

Demers (Geo.), ing. conseil 46
DeSerres (Omer) 50
Dominion Bridge Co. Ltd. 3
Doucet & Doucet, Ltée 47
Dufresne (Léo), ing. conseil 46

— E —

Ecole des Hautes Etudes commerciales 51
Ecole Polytechnique ..... couv. 2
Electrical Manufacturing Co. Ltd. 48

— G —

Gravel (C.-E.) ing. conseil 46

— H —

Home Family Laundry 5

— K —

Key Construction Limited 9

— L —

Labrecque, Labrecque & Gagnon, ing. conseils ... 50
Lalonde, Girouard & Letendre, ing. conseils 48
LaSalle Builders Supply 50
Leblanc & Montpetit, ing. conseils 2
Lefrançois & Laflamme, ing. conseils 48

— M —

Marion & Marion 50
Metro Industries Ltd. 7
Metropole Electric Inc. 50
Mongeau & Robert Cie Ltée 7

— O —

Osmose Wood Preserving Co. of Canada 4

— P —

Piette, Audy & Lepinay, ing. conseils 46

— Q —

Quémont Construction Inc. ..... couv. 4

— R —

Rolland (Paul) 46
Royer (Maurice), ing. conseil 46

— S —

Secrétariat de la Province de Québec ..... couv. 3
Shawinigan Water & Power Co. 8
Sicotte (Armand) & Fils, Ltée 47
South Shore Construction 46
Surveyer, Nenniger & Chênevert, ing. conseils 42

— T —

Tourigny (Paul) ing. conseil 46

— U —

Université de Montréal 49

Les lecteurs sont priés de mentionner L'INGÉNIEUR dans toutes leurs transactions avec nos annonceurs.

SECRÉTARIAT DE LA PROVINCE DE QUÉBEC

- Les fonctions du Secrétariat de la Province de Québec sont tout à fait d'ordre social. L'oeuvre qu'il accomplit est d'une importance capitale pour le développement de la Province.

- Les compagnies de la Province, qui désirent bénéficier de la Loi des compagnies de Québec, doivent s'adresser au Secrétariat de la Province, afin d'obtenir leur charte d'incorporation; c'est ce ministère, également, qui émet les licences et permis autorisant les compagnies étrangères à exploiter quelque commerce ou industrie et à vendre ou autrement aliéner leur capital et leurs actions en cette Province. Les unes et les autres sont tenues de fournir au Secrétariat un rapport annuel de leur activité.

- Depuis quelques années, la population tout entière a compris l'importance de l'Instruction publique. Le Secrétariat de la Province n'a rien négligé pour répandre l'enseignement primaire et supérieur, afin d'outiller notre jeunesse, dans la préparation de son avenir. Outre les allocations octroyées aux universités et aux collèges classiques, il assure avec le Département de l'Instruction publique, le maintien de l'enseignement primaire, dans les villes, et surtout dans nos campagnes.

- Il a la haute direction des principales écoles d'enseignement supérieur : l'Ecole Polytechnique, l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales, les Ecoles des Beaux-Arts, le Conservatoire de Musique et d'Art Dramatique, la Bibliothèque Saint-Sulpice, directement subventionnés par lui, et qui visent à la formation d'une élite dans le monde de la finance, du commerce et des arts.

- Chaque année, des cours du soir sont donnés gratuitement pendant plusieurs mois, permettant aux jeunes travailleurs sérieux de continuer leurs études et d'acquérir des connaissances nouvelles, souvent indispensables dans l'exercice de leurs devoirs journaliers.

- Le Secrétariat de la Province s'intéresse aussi au progrès des sciences, des lettres et des arts et chaque année il distribue plusieurs milliers de dollars en prix décernés aux auteurs des meilleurs ouvrages présentés à ses concours littéraires et scientifiques.

- Le même ministère attache une importance toute spéciale au progrès de l'art musical dans cette province. En plus d'avoir fondé le Conservatoire de Musique et d'Art Dramatique, il a donné une vive impulsion à l'enseignement du solfège.

- Dans le but de conserver notre patrimoine artistique et de le faire mieux connaître, il poursuit depuis plusieurs années un inventaire des oeuvres d'art, contribuant ainsi à sauver de la destruction et de l'oubli des trésors artistiques qui, sans cette contribution, seraient aujourd'hui perdus dans la collectivité.

- Et voilà le résumé succinct des principales activités du Secrétariat, qui occupe sa place bien à lui dans le Gouvernement, et dont l'importance primordiale ne peut être mise en doute.

Jean Bruchési,
sous-secrétaire de la Province

L'honorable Omer Côté, C.R.
Secrétaire de la Province

Le pont de Rimouski et ses approches le reliant avec les diverses parties de la ville.

CHEMINS DE FER

AÉROPORTS

ROUTES

PONTS

ÉDIFICES

UNE AUTRE

RÉALISATION DE LA

QUEMONT

TRUCTION INC.

ARTHUR LAPLANTE, ING. P.—PRÉSIDENT

Pierre Des Marais
Ingénieur Graveur Printer Engraver
Lithographe Lithographer